



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 367 156**

51 Int. Cl.:
H04L 12/56 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08846877 .2**

96 Fecha de presentación : **05.11.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2208324**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.07.2010**

54 Título: **Programación de una mezcla de flujos de máximo esfuerzo (BE) y de flujos de calidad de servicio sensibles al retardo.**

30 Prioridad: **05.11.2007 US 985534 P**
30.10.2008 US 261319

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
28.10.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
28.10.2011

73 Titular/es: **QUALCOMM INCORPORATED**
International IP Administration
5775 Morehouse Drive
San Diego, California 92121, US

72 Inventor/es: **Madan, Ritesh;**
Das, Arnab;
Rangan, Sundeep y
Ray, Siddharth

74 Agente: **Fàbrega Sabaté, Xavier**

ES 2 367 156 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Programación de una mezcla de flujos de máximo esfuerzo (BE) y de flujos de Calidad de Servicio sensibles al retardo

Referencia a solicitudes relacionadas

5 Esta solicitud reivindica el beneficio de la solicitud provisional de Patente US nº de Serie 60 / 985.534, titulada "SCHEDULING A MIX OF BEST EFFORT (BE) AND DELAY QOS FLOWS" que se presentó el 5 de noviembre de 2007.

Antecedentes

I. Campo

10 La siguiente descripción se refiere, en general, a comunicaciones inalámbricas y, más particularmente, a la optimización de la Calidad de Servicio (QoS) con respecto al flujo de máximo esfuerzo y a los flujos sensibles al retardo (flujos de QoS de retardo).

II. Antecedentes

15 Sistemas de comunicación inalámbrica están ampliamente extendidos para proporcionar diversos tipos de comunicación; por ejemplo, voz y / o datos pueden proporcionarse mediante tales sistemas de comunicación inalámbrica. Un típico sistema, o red, de comunicación inalámbrica puede proporcionar a múltiples usuarios acceso a uno o más recursos compartidos (p. ej., ancho de banda, potencia de transmisión,...). Por ejemplo, un sistema puede usar una gran variedad de técnicas de acceso múltiple, tales como el Multiplexado por División de Frecuencia (FDM), el Multiplexado por División del Tiempo (TDM), el Multiplexado por División de Código (CDM), el Multiplexado por División Ortogonal de Frecuencia (OFDM) y otras.

20 En general, sistemas de comunicación inalámbrica de acceso múltiple pueden dar soporte simultáneamente a la comunicación para múltiples dispositivos móviles. Cada dispositivo móvil puede comunicarse con una o más estaciones base mediante transmisiones por enlaces directos y reversos. El enlace directo (o enlace descendente) se refiere al enlace de comunicación desde estaciones base a dispositivos móviles, y el enlace reverso (o enlace ascendente) se refiere al enlace de comunicación desde dispositivos móviles a estaciones base.

25 Sistemas de comunicación inalámbrica a menudo emplean una o más estaciones base que proporcionan un área de cobertura. Una típica estación base puede transmitir múltiples flujos de datos para servicios de difusión, multidifusión y / o unidifusión, en donde un flujo de datos puede ser un flujo de datos que puede ser de interés de recepción independiente para un dispositivo móvil. Un dispositivo móvil dentro del área de cobertura de tal estación base puede emplearse para recibir uno, más de uno, o todos los flujos de datos llevados por el flujo compuesto. Análogamente, un dispositivo móvil puede transmitir datos a la estación base o a otro dispositivo móvil.

30 La Calidad de Servicio (QoS) de flujos puede jugar un papel clave en las redes de datos inalámbricas. En general, las comunicaciones inalámbricas pueden plantear dificultades con respecto a la provisión de algoritmos de programación de paquetes eficaces y efectivos. Por ejemplo, las redes de comunicación inalámbrica pueden incluir un ancho de banda limitado, una alta tasa de errores, variabilidad del enlace de transmisión, etc., que pueden prohibir la gestión de los flujos de QoS. En términos de flujos de máximo esfuerzo y de flujos sensibles al retardo, las soluciones habituales para la gestión de la QoS incluyen un ordenamiento estricto para cada respectivo tipo de flujo. Aun así, tales técnicas convencionales se han hecho obsoletas en términos de la provisión de una programación de paquetes eficaz y efectiva.

40 El documento WO 02/09358 (A2) divulga un procedimiento de adjudicación adaptable de recursos al transmitir datos. En particular, el procedimiento es aplicable a la planificación de anchos de banda usando un proceso ponderado, modificado y dinámico, de tanda circular. El procedimiento incluye las etapas de adjudicar un recurso a cada una entre una pluralidad de conexiones activas transmisoras de datos, perteneciendo la pluralidad de conexiones activas a más de una clase de servicio. Luego el procedimiento determina una clase prestataria de servicios para cada conexión activa, de la cual puedan readjudicarse recursos para la conexión activa, comparando periódicamente el uso de recursos de una conexión activa con umbrales superiores e inferiores. La acción de solicitud de recursos y la acción de devolución de recursos solicitados se llevan a cabo en respuesta a la superación, por parte del uso actual, del umbral superior, o a la disminución por debajo del umbral inferior, respectivamente.

Resumen

50 La invención se define en las reivindicaciones independientes. Lo que sigue presenta un resumen simplificado de una o más formas de realización, a fin de proporcionar una comprensión básica de tales formas de realización. Este resumen no es un panorama exhaustivo de todas las formas de realización contempladas, y no está concebido ni para identificar elementos clave, o críticos, de todas las formas de realización, ni para delinear el alcance de alguna de, o todas, las formas de realización. Su único propósito es presentar algunos conceptos de una o más formas de realización de forma

simplificada, como un preludio a la descripción más detallada que se presenta más adelante.

Se describen sistemas y metodologías que facilitan el ajuste dinámico de prioridades de planificación con respecto a una combinación de flujos sensibles al retardo con requisitos de retardo y flujos de máximo esfuerzo. Los sistemas y metodologías proporcionan técnicas óptimas y eficaces para permitir el ajuste y asignación en tiempo real del ancho de banda para una combinación de flujos de máximo esfuerzo y flujos sensibles al retardo. En particular, la adjudicación del ancho de banda se ajusta para cada paquete de datos, de modo tal que los requisitos de retardo se satisfagan y el ancho de banda restante pueda asignarse a los flujos de máximo esfuerzo.

Para el logro de los fines precedentes, y los afines, la una o más formas de realización comprenden las características descritas por completo a continuación en el presente documento, y señaladas en particular en las reivindicaciones. La siguiente descripción y los dibujos adjuntos exponen en detalle ciertos aspectos ilustrativos de la una o más formas de realización. Estos aspectos indican, sin embargo, apenas unas pocas de las diversas maneras en que los principios de las diversas formas de realización pueden emplearse, y las formas de realización descritas están concebidas para incluir todos dichos aspectos y sus equivalentes.

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 es una ilustración de un sistema de comunicación inalámbrica según diversos aspectos expuestos en el presente documento.

La FIG. 2 es una ilustración de un aparato de comunicaciones de ejemplo para su empleo dentro de un entorno de comunicaciones inalámbricas.

La FIG. 3 es una ilustración de un sistema de comunicaciones de ejemplo inalámbricas que facilita la utilización de una política de planificación con el ajuste dinámico de flujos de Calidad de Servicio (QoS).

La FIG. 4 es una ilustración de un sistema de ejemplo que adjudica automáticamente el ancho de banda para un flujo de máximo esfuerzo (BE) y un flujo sensible al retardo para cada paquete.

La FIG. 5 es una ilustración de una metodología de ejemplo que asigna eficazmente el ancho de banda para recibir al menos un paquete de datos con respecto a flujos de máximo esfuerzo (BE) y flujos sensibles al retardo.

La FIG. 6 es una ilustración de una metodología de ejemplo que adjudica óptimamente el ancho de banda para transmitir al menos un paquete de datos con respecto a flujos de máximo esfuerzo (BE) y flujos sensibles al retardo.

La FIG. 7 es una ilustración de un dispositivo móvil de ejemplo que facilita la recepción de flujos de máximo esfuerzo (BE) y / o flujos sensibles al retardo, con ancho de banda eficazmente adjudicado a tales flujos en un sistema de comunicación inalámbrica.

La FIG. 8 es una ilustración de un sistema de ejemplo que facilita gestionar la calidad del servicio (QoS) para flujos de máximo esfuerzo y flujos sensibles al retardo en un entorno de comunicación inalámbrica.

La FIG. 9 es una ilustración de un entorno de red inalámbrica de ejemplo que puede emplearse conjuntamente con los diversos sistemas y procedimientos descritos en el presente documento.

La FIG. 10 es una ilustración de un sistema de ejemplo que facilita la asignación eficaz de ancho de banda para recibir al menos un paquete de datos con respecto a flujos de máximo esfuerzo (BE) y flujos sensibles al retardo.

La FIG. 11 es una ilustración de un sistema de ejemplo que adjudica óptimamente el ancho de banda para transmitir al menos un paquete de datos con respecto a flujos de máximo esfuerzo (BE) y flujos sensibles al retardo en un entorno de comunicación inalámbrica.

Descripción detallada

Se describen ahora diversas formas de realización con referencia a los dibujos, en los cuales se usan números de referencia iguales para referirse a elementos iguales, en toda su extensión. En la siguiente descripción, con fines de explicación, se exponen numerosos detalles específicos, a fin de proporcionar una comprensión exhaustiva de una o más formas de realización. Puede ser evidente, sin embargo, que tal(es) forma(s) de realización puede(n) ponerse en práctica sin estos detalles específicos. En otros casos, se muestran estructuras y dispositivos bien conocidos en forma de diagrama en bloques, a fin de facilitar la descripción de una o más formas de realización.

Como se usan en esta solicitud, los términos “módulo”, “sistema”, “administrador”, “motor”, “planificador”, “adaptador” y similares, están concebidos para referirse a una entidad relacionada con ordenadores, ya sea hardware, firmware, una combinación de hardware y software, software, o software en ejecución. Por ejemplo, un componente puede ser, pero no se limita a ser, un proceso ejecutándose en un procesador, un procesador, un objeto, un módulo ejecutable, una hebra de

ejecución, un programa y / o un ordenador. A modo de ilustración, tanto una aplicación ejecutándose en un dispositivo informático como el dispositivo informático puede ser un componente. Uno o más componentes pueden residir dentro de un proceso y / o hebra de ejecución, y un componente puede localizarse en un ordenador y / o distribuirse entre dos o más ordenadores. Además, estos componentes pueden ejecutarse desde diversos medios legibles por ordenador, con diversas estructuras de datos almacenadas en los mismos. Los componentes pueden comunicarse mediante procesos locales y / o remotos, tal como según que una señal tenga uno o más paquetes de datos (p. ej., datos de un componente interactuando con otro componente en un sistema local, un sistema distribuido y / o a través de una red tal como Internet, con otros sistemas, mediante la señal).

Las técnicas descritas en el presente documento pueden usarse para diversos sistemas de comunicación inalámbrica, tales como acceso múltiple por división de código (CDMA), acceso múltiple por división del tiempo (TDMA), acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA), acceso múltiple por división de frecuencia con portadora única (SC-FDMA) y otros sistemas. Los términos “sistema” y “red” se usan a menudo en forma intercambiable. Un sistema de CDMA puede implementar una tecnología de radio tal como Acceso Universal por Radio Terrestre (UTRA), CDMA2000, etc. UTRA incluye el CDMA de banda ancha (W-CDMA) y otras variantes del CDMA. El CDMA2000 abarca los estándares IS-2000, el IS-95 e IS-856. Un sistema de TDMA puede implementar una tecnología de radio tal como Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM). Un sistema de OFDMA puede implementar una tecnología de radio tal como UTRA Evolucionado (E-UTRA), Banda Ancha Ultra Móvil (UMB), IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM, etc. UTRA y E-UTRA son parte del Sistema Universal de Telecomunicación Móvil (UTMS). Evolución a Largo Plazo (LTE) del 3GPP es una versión venidera del UMTS que usa E-UTRA, que emplea OFDMA en el enlace descendente y SC-FDMA en el enlace ascendente.

El acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA) utiliza la modulación de portadora única y la ecualización del dominio de frecuencia. El SC-FDMA tiene prestaciones similares y esencialmente la misma complejidad global que las de un sistema de OFDMA. Una señal de SC-FDMA tiene una relación inferior de potencia media a pico (PAPR) debido a su estructura inherente de portadora única. El SC-FDMA puede usarse, por ejemplo, en comunicaciones de enlace ascendente, donde la PAPR beneficia en gran medida a los terminales de acceso en términos de eficiencia de potencia transmisora. En consecuencia, el SC-FDMA puede implementarse como un esquema de acceso múltiple del enlace ascendente en la Evolución a Largo Plazo (LTE) del 3GP o en la UTRA Evolucionada.

Además, diversas formas de realización se describen en el presente documento con respecto a un dispositivo móvil. Un dispositivo móvil también puede llamarse un sistema, una unidad de abonado, una estación de abonado, una estación móvil, un móvil, una estación remota, un terminal remoto, un terminal de acceso, un terminal de usuario, un terminal, un dispositivo de comunicación inalámbrica, un agente de usuario, un dispositivo de usuario o un equipo de usuario (UE). Un dispositivo móvil puede ser un teléfono celular, un teléfono sin cables, un teléfono del Protocolo de Iniciación de Sesión (SIP), una estación de bucle local inalámbrico (WLL), una agenda electrónica (PDA), un dispositivo de mano con capacidad de conexión inalámbrica, un dispositivo informático, u otro dispositivo de procesamiento conectado con un módem inalámbrico. Además, diversas formas de realización se describen en el presente documento con respecto a una estación base. Una estación base puede utilizarse para comunicarse con uno o más dispositivos móviles, y también puede denominarse un punto de acceso, un Nodo B o con alguna otra terminología.

Además, diversos aspectos o características descritos en el presente documento pueden implementarse como un procedimiento, un aparato o un artículo de fabricación, usando técnicas estándar de programación y / o de ingeniería. El término “artículo de fabricación”, según se usa en el presente documento, está concebido para abarcar un programa de ordenador accesible desde cualquier dispositivo, portadora o medio legible por ordenador. Por ejemplo, los medios legibles por ordenador pueden incluir, pero no se limitan a, dispositivos de almacenamiento magnético (p. ej., disco duro, disquete, tiras magnéticas, etc.), discos ópticos (p. ej., disco compacto (CD), disco versátil digital (DVD, etc.), tarjetas inteligentes y dispositivos de memoria flash (p. ej., memoria EPROM, tarjeta, módulo de memoria, memoria externa, etc.). Además, diversos medios de almacenamiento descritos en el presente documento pueden representar uno o más dispositivos y / u otros medios legibles por máquina para almacenar información. El término “medio legible por máquina” puede incluir, sin limitarse a, canales inalámbricos y otros diversos medios capaces de almacenar, contener y / o llevar una o más instrucciones y / o datos.

Con referencia ahora a la **Fig. 1**, se ilustra un sistema 100 de comunicación inalámbrica según diversas formas de realización presentadas en el presente documento. El sistema 100 comprende una estación base 102 que puede incluir múltiples grupos de antenas. Por ejemplo, un grupo de antenas puede incluir las antenas 104 y 106, otro grupo puede comprender las antenas 108 y 110 y un grupo adicional puede incluir las antenas 112 y 114. Se ilustran dos antenas para cada grupo de antenas; sin embargo, pueden utilizarse más o menos antenas para cada grupo. La estación base 102 puede incluir adicionalmente una cadena transmisora y una cadena receptora, cada una de las cuales, a su vez, comprende una pluralidad de componentes asociados a la transmisión y recepción de señales (p. ej., procesadores, moduladores, multiplexores, demoduladores, demultiplexores, antenas, etc.), como apreciará el experto en la técnica.

La estación base 102 puede comunicarse con uno o más dispositivos móviles tales como el dispositivo móvil 116 y el

dispositivo móvil 122; sin embargo, ha de apreciarse que la estación base 102 puede comunicarse con sustancialmente cualquier número de dispositivos móviles similares a los dispositivos móviles 116 y 122. Los dispositivos móviles 116 y 122 pueden ser, por ejemplo, teléfonos celulares, teléfonos inteligentes, ordenadores portátiles, dispositivos de comunicación de mano, dispositivos informáticos de mano, radios satelitales, sistemas de localización global, agendas electrónicas y / o cualquier otro dispositivo adecuado para comunicarse por el sistema 100 de comunicación inalámbrica. Según lo ilustrado, el dispositivo móvil 116 está en comunicación con las antenas 112 y 114, donde las antenas 112 y 114 transmiten información al dispositivo móvil 116 por un enlace directo 118 y reciben información desde el dispositivo móvil 116 por un enlace reverso 120. Además, el dispositivo móvil 122 está en comunicación con las antenas 104 y 106, donde las antenas 104 y 106 transmiten información al dispositivo móvil 122 por un enlace directo 124 y reciben información desde el dispositivo móvil 122 por un enlace reverso 126. En un sistema dúplex con división de frecuencia (FDD), el enlace directo 118 puede utilizar una banda de frecuencia distinta a la usada por el enlace reverso 120, y el enlace directo 124 puede emplear una banda de frecuencia distinta a la empleada por el enlace reverso 126, por ejemplo. Además, en un sistema dúplex con división de tiempo (TDD), el enlace directo 118 y el enlace reverso 120 pueden utilizar una banda de frecuencia común, y el enlace directo 124 y el enlace reverso 126 pueden utilizar una banda de frecuencia común.

Cada grupo de antenas y / o el área en la cual están designadas para comunicar puede denominarse un sector de la estación base 102. Por ejemplo, pueden designarse grupos de antenas para comunicarse con dispositivos móviles en un sector de las áreas cubiertas por la estación base 102. En la comunicación por los enlaces directos 118 y 124, las antenas transmisoras de la estación base 102 pueden utilizar la formación de haces para mejorar la relación señal a ruido de los enlaces directos 118 y 124 para los dispositivos móviles 116 y 122. Además, mientras la estación base 102 utiliza la formación de haces para transmitir a los dispositivos móviles 116 y 122 dispersos aleatoriamente por una cobertura asociada, los dispositivos móviles en las células vecinas pueden estar sometidos a menos interferencia, en comparación con una estación base que transmite a través de una única antena a todos sus dispositivos móviles.

La estación base 102 (y / o cada sector de la estación base 102) puede emplear una o más tecnologías de acceso múltiple (p. ej., CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA,...). Por ejemplo, la estación base 102 puede utilizar una tecnología específica para comunicarse con dispositivos móviles (p. ej., los dispositivos móviles 116 y 122) sobre un ancho de banda correspondiente. Además, si más de una tecnología es empleada por la estación base 102, cada tecnología puede asociarse a un respectivo ancho de banda. Las tecnologías descritas en el presente documento pueden incluir las siguientes: Sistema Global para Móviles (GSM), Servicio General de Radio en Paquetes (GPRS), Velocidades Mejoradas de Datos para la Evolución del GSM (EDGE), Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS), Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha (W-CDMA), cdmaOne (IS-95), CDMA2000, Evolución - Optimizado para Datos (EV-DO), Banda Ancha Ultra Móvil (UMB), Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas (WiMAX), MediaFLO, Difusión de Multimediales Digitales (DMB), Difusión de Vídeo Digital - de Mano (DVB-H), etc. Ha de apreciarse que la enumeración precitada de tecnologías se proporciona como un ejemplo y que la materia reivindicada no está tan limitada; en cambio, esencialmente cualquier tecnología de comunicación inalámbrica está concebida para caer dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas al presente documento.

La estación base 102 puede emplear un primer ancho de banda con una primera tecnología. Además, la estación base 102 puede transmitir un piloto correspondiente a la primera tecnología sobre un segundo ancho de banda. Según una ilustración, el segundo ancho de banda puede ser apalancado por la estación base 102 y / o cualquier estación base dispar (no mostrada) para la comunicación que utiliza cualquier segunda tecnología. Además, el piloto puede indicar la presencia de la primera tecnología (p. ej., a un dispositivo móvil que se comunica mediante la segunda tecnología). Por ejemplo, el piloto puede usar uno o más bits para llevar información acerca de la presencia de la primera tecnología. Adicionalmente, la información tal como un SectorID del sector que utiliza la primera tecnología, un ÍndicePortadora que indica el ancho de banda de la primera frecuencia, y similares, pueden incluirse en el piloto.

Según otro ejemplo, el piloto puede ser una baliza (y / o una secuencia de balizas). Una baliza puede ser un símbolo de OFDM donde una gran fracción de la potencia se transmite sobre una subportadora o unas pocas subportadoras (p. ej., un número pequeño de subportadoras). Así, la baliza proporciona un máximo potente que puede ser observado por dispositivos móviles, interfiriendo a la vez con datos en una parte estrecha del ancho de banda (p. ej., el resto del ancho de banda puede no verse afectado por la baliza). Siguiendo este ejemplo, un primer sector puede comunicarse mediante CDMA sobre un primer ancho de banda, y un segundo sector puede comunicarse mediante OFDM sobre un segundo ancho de banda. En consecuencia, el primer sector puede indicar la disponibilidad del CDMA en el primer ancho de banda (p. ej., para uno o más dispositivos móviles que funcionan utilizando OFDM en el segundo ancho de banda), transmitiendo una baliza del OFDM (o una secuencia de balizas del OFDM) sobre el segundo ancho de banda.

La innovación en cuestión puede proporcionar técnicas de planificación eficientes y óptimas, según la asignación del ancho de banda para flujos de máximo esfuerzo (BE) y flujos sensibles al retardo (p. ej., flujos con requisitos de retardo, flujos de QoS de retardo, etc.). La planificación de los flujos de máximo esfuerzo y los flujos con requisitos de retardo puede ser administrada eficazmente en cuanto a que los requisitos de retardo puedan satisfacerse para los flujos sensibles al retardo, así como en cuanto a la adjudicación del ancho de banda restante a los flujos de máximo esfuerzo. Ha de apreciarse que un flujo de máximo esfuerzo puede ser un flujo que puede modelizarse como dotado de requisitos

elásticos de velocidad (p. ej., no hay ningún requisito de velocidad mínima, pero aun así la experiencia del usuario asociada a tales flujos mejora según el flujo logra mayores velocidades). En general, cuando hay una mezcla de flujos de máximo esfuerzo (BE) y de flujos sensibles al retardo (DS), la innovación en cuestión puede priorizar el ancho de banda para el flujo sensible al retardo. En particular, dentro de la planificación, los requisitos de retardo de los flujos sensibles al retardo pueden satisfacerse y los recursos o ancho de banda restantes pueden adjudicarse a los flujos de máximo esfuerzo.

Pasando a la **Fig. 2**, se ilustra un aparato 200 de comunicaciones para su empleo dentro de un entorno de comunicaciones inalámbricas. El aparato 200 de comunicaciones puede ser una estación base o una parte de la misma, un dispositivo móvil o una parte del mismo, o esencialmente cualquier aparato de comunicaciones que reciba datos transmitidos en un entorno de comunicaciones inalámbricas. En los sistemas de comunicación, la temporización de la comunicación entre transmisores y receptores puede requerir ajuste. Así, el aparato 200 de comunicaciones emplea componentes descritos más adelante para facilitar la planificación del ancho de banda para una mezcla de flujos de máximo esfuerzo y flujos sensibles al retardo. El aparato 200 de comunicaciones puede incluir un administrador 202 de Calidad del Servicio (QoS) que puede planificar eficazmente la adjudicación del ancho de banda para flujos, y un motor de análisis que puede determinar la adjudicación y / o ajuste del ancho de banda de la asignación de ancho de banda para flujos. El dispositivo 200 de comunicaciones puede recibir al menos un paquete de datos según la adjudicación del ancho de banda para los flujos de máximo esfuerzo y / o los flujos sensibles al retardo. Así, el dispositivo 200 de comunicaciones puede conservar el ancho de banda y / o los recursos gestionando óptimamente los flujos de máximo esfuerzo y los flujos sensibles al retardo para cada paquete de datos.

Según un ejemplo, el aparato 200 de comunicaciones puede planificar una mezcla de flujos sensibles al retardo y de flujos de máximo esfuerzo, en donde los flujos sensibles al retardo incluyen un requisito de retardo o un objetivo de retardo. El motor 204 de análisis puede utilizar una métrica para comparar las prioridades de servicio del paquete de cada clase de flujo (p. ej., flujo de máximo esfuerzo, flujo sensible al retardo) y el administrador 202 de QoS puede imponer tales prioridades establecidas. Un peso W puede emplearse para relacionar las prioridades de cada una de las dos clases. En particular, la prioridad de servicio de un flujo sensible al retardo puede ser $Wf_i(q_i(t), d_i(t), K_i^l(t))$, mientras que la de servicio de un flujo de máximo esfuerzo es la utilización marginal del flujo con respecto a la magnitud del ancho de banda adjudicado a él. Ha de apreciarse que $d_i(t)$ puede ser el retardo de cabecera de línea para un flujo, el $q_i(t)$ puede ser el tamaño de la memoria intermedia (p. ej., la suma del número de octetos que son de memoria caché para un flujo dado y los sobregastos / cabeceras estimados) y el $K_i^l(t)$ puede ser la eficiencia espectral.

Además, aunque no se muestra, ha de apreciarse que el aparato 200 de comunicaciones puede incluir memoria que retiene instrucciones con respecto a la recepción de al menos uno entre un flujo sensible al retardo con un requisito de retardo y un flujo de máximo esfuerzo, adjudicando una primera parte del ancho de banda al flujo sensible al retardo, adjudicando una segunda parte del ancho de banda al flujo de máximo esfuerzo, readjudicando la primera magnitud de ancho de banda a un nivel reducido de ancho de banda y la segunda parte del ancho de banda a un nivel aumentado de ancho de banda si se satisface el requisito de retardo, readjudicando la primera magnitud de ancho de banda a un nivel aumentado de ancho de banda y la segunda parte de ancho de banda a un nivel reducido de ancho de banda si el requisito de retardo no se satisface, manteniendo un nivel de ancho de banda para la primera magnitud de ancho de banda y la segunda magnitud de ancho de banda si el requisito de retardo es equivalente a la primera parte de ancho de banda, recibiendo un paquete de datos según la adjudicación del ancho de banda, y similares. Además, el aparato 200 de comunicaciones puede incluir un procesador que puede utilizarse con respecto a la ejecución de instrucciones (p. ej., instrucciones retenidas dentro de la memoria, instrucciones obtenidas de una fuente dispar,...).

Con referencia ahora a la **Fig. 3**, se ilustra un sistema 300 de comunicaciones inalámbricas que utiliza una política de planificación con ajuste dinámico de flujos de Calidad de Servicio (QoS). El sistema 300 incluye una estación base 302 que se comunica con un dispositivo móvil 304 (y / o cualquier número de dispositivos móviles dispares (no mostrados)). La estación base 302 puede transmitir información al dispositivo móvil 304 por un canal de enlace directo; además, la estación base 302 puede recibir información desde el dispositivo móvil 304 por un canal de enlace reverso. Además, el sistema 300 puede ser un sistema MIMO. Adicionalmente, el sistema 300 puede funcionar en una red inalámbrica de OFDMA, una red inalámbrica de LTE del 3GPP, etc. Además, los componentes y funcionalidades mostrados y descritos más adelante en la estación base 302 pueden estar presentes asimismo en el dispositivo móvil 304, y viceversa, en un ejemplo; la configuración ilustrada excluye estos componentes para facilitar la explicación.

La estación base 302 incluye un planificador 306 que puede adjudicar ancho de banda a flujos, un administrador 308 de QOS que puede ajustar una magnitud de ancho de banda relacionada con flujos, y un motor 310 de análisis que puede establecer dinámicamente los ajustes de asignación de ancho de banda, según una métrica (descrita en más detalle más adelante). En general, el motor 310 de análisis puede apalancar una métrica de ponderación a fin de permitir que el administrador 308 de QOS ajuste dinámica y automáticamente la asignación de ancho de banda para una combinación de flujos de máximo esfuerzo y flujos sensibles al retardo. El planificador 306 puede proporcionar cualquier dato adecuado relacionado con la comunicación de datos entre la estación base 302 y el dispositivo móvil 304, así como utilizar la adjudicación de ancho de banda proporcionada en términos de la métrica de ponderación a los flujos de comunicación. El

dispositivo móvil 304 incluye un módulo 312 de QoS que puede recibir datos transmitidos de acuerdo a las asignaciones de ancho de banda, así como proporcionar cualquier dato adecuado (p. ej., solicitud de datos, flujos de máximo esfuerzo, flujos sensibles al retardo, etc.) a la estación base 302.

5 Según un ejemplo, la estación base 302 puede mantener la sincronización con el dispositivo móvil 304 y otros dispositivos móviles (no mostrados). En el acceso por radio terrestre del UMTS evolucionado (E-UTRA), la transmisión entre los dispositivos móviles tales como el dispositivo móvil 304, o la transmisión entre el dispositivo móvil 304 y la estación base 302, requiere la alineación en el tiempo. La alineación en el tiempo facilita el mantenimiento de la ortogonalidad entre los dispositivos móviles, y reduce la interferencia. Los dispositivos móviles, tales como el dispositivo móvil 304, pueden desplazarse dentro de una célula o sector atendido por la estación base 302. Los cambios en las distancias entre el dispositivo móvil 304 y la estación base 302 pueden requerir una actualización en la temporización de enlace ascendente del dispositivo móvil 304, para mantener la ortogonalidad. Conforme a una ilustración, un dispositivo móvil que se acerca o se aleja de una estación base a 350 kilómetros por hora puede crear un cambio en la sincronización de la temporización de enlace ascendente, a una velocidad de 0,6 microsegundos por segundo. Además de los cambios netos de distancia, las condiciones de propagación pueden cambiar entre un dispositivo móvil y una estación base, debido al movimiento relativo.

Habitualmente, una estación base puede emplear un mecanismo activado por necesidad, o un mecanismo periódico, para mantener la sincronización. Con el mecanismo activado por necesidad, la estación base transmite el ajuste de temporización a los dispositivos móviles cuando la estación base determina que se requiere un ajuste. Con el mecanismo periódico, la estación base envía periódicamente el ajuste a todos los dispositivos móviles activos. Los dispositivos móviles activos incluyen los dispositivos móviles que están enviando datos activamente. Ha de apreciarse que los dispositivos móviles activos también pueden ser dispositivos móviles que no están precisamente activos (p. ej., están dormidos o sin enviar datos en todo caso, pero reteniendo el acceso al sistema).

El sistema 300 puede emplear un algoritmo de planificación que puede explotar la diversidad multiusuario, en la cual la magnitud mínima de recursos de ancho de banda puede utilizarse para satisfacer los requisitos de retardo de flujos sensibles al retardo (p. ej., flujos de QoS de retardo, etc.) y el ancho de banda restante puede aplicarse a maximizar las velocidades de los flujos de máximo esfuerzo. Además, el algoritmo de planificación puede mantener la equidad entre los flujos de máximo esfuerzo. Lo siguiente puede utilizarse para dividir recursos entre una mezcla de flujos: asociar a cada flujo i de BE una función cóncava creciente $U(r_i)$ de utilidad, donde r_i es la velocidad media vista por el flujo i ; el cálculo del promedio para obtener r_i puede implementarse como un filtro exponencial estándar; para cada flujo i de QoS de retardo, puede asociarse la función $f(D_i, q_i)$, donde f es una función creciente monótona en ambos argumentos; D_i y q_i pueden indicar, respectivamente, el retardo de cabeza de línea y la longitud de cola del flujo i ; y sea K_i la eficiencia espectral que puede lograr el flujo i ; cada magnitud de recurso en los dominios de tiempo-frecuencia (p. ej., una teja en el sistema UMB) puede adjudicarse al flujo i si el flujo i tiene la métrica más alta, donde la métrica está dada por: $K_i U'(r_i)$ si el flujo es un flujo de BE; y $W_i K_i f(D_i, q_i)$ si el flujo es un flujo de QoS de retardo. Ha de apreciarse que puede implementarse cualquier métrica adecuada basada en la velocidad media y el efecto espectral.

Los pesos W_i de los flujos de retardo pueden actualizarse de la siguiente manera: si se satisface el objetivo de retardo del flujo i , se decrementa W_i ; en caso contrario, W_i se incrementa. El sistema 300 puede mantener una equidad óptima entre los flujos de BE. Además, una función f puede ser un producto de potencias positivas de sus argumentos, lo que permite que los flujos de QoS con retardo no crezcan sin cota para pesos positivos W_i dados cualesquiera. Los requisitos de retardo de los flujos de QoS pueden satisfacerse, los pesos pueden converger y el rendimiento total de los flujos de BE (sujetos a la equidad) puede ser mucho mayor que un esquema estricto de prioridad (p. ej., allí donde se da a los flujos de QoS con retardo una mayor prioridad que a los flujos de BE, independientemente de las eficiencias espectrales, las velocidades medias, las longitudes de cola y los retardos de cabeza de línea de los distintos flujos).

Además, aunque no se muestra, ha de apreciarse que el dispositivo móvil 304 puede incluir memoria que retiene instrucciones con respecto a la recepción de al menos uno entre un flujo sensible al retardo con un requisito de retardo y un flujo de máximo esfuerzo, adjudicando una primera parte del ancho de banda al flujo sensible al retardo, adjudicando una segunda parte del ancho de banda al flujo de máximo esfuerzo, readjudicando la primera magnitud de ancho de banda a un nivel reducido de ancho de banda y la segunda parte de ancho de banda a un nivel aumentado de ancho de banda si el requisito de retardo se satisface, readjudicando la primera magnitud de ancho de banda a un nivel aumentado de ancho de banda y la segunda parte de ancho de banda a un nivel reducido de ancho de banda si el requisito de retardo no se satisface, manteniendo un nivel de ancho de banda para la primera magnitud de ancho de banda y la segunda magnitud de ancho de banda si el requisito de retardo es equivalente a la primera parte del ancho de banda, transmitiendo un paquete de datos de acuerdo a la adjudicación del ancho de banda, y similares. Además, el dispositivo móvil 304 puede incluir un procesador que puede utilizarse con respecto a la ejecución de instrucciones (p. ej., instrucciones retenidas dentro de la memoria, instrucciones obtenidas desde una fuente dispar,...).

Con referencia ahora a la **Fig. 4**, se ilustra un sistema de ejemplo 400 de comunicaciones inalámbricas según uno o más aspectos de la revelación en cuestión. El sistema 400 puede comprender un punto de acceso o estación base (no

mostrado) que recibe, transmite, repite, etc., señales de comunicación inalámbrica a otras estaciones base (no mostradas) o a uno o más terminales, tales como terminales. La estación base puede comprender múltiples cadenas transmisoras y cadenas receptoras, p. ej., una para cada antena transmisora y receptora, cada una de las cuales puede comprender, a su vez, una pluralidad de componentes asociados a la transmisión y recepción de señales (p. ej., procesadores, moduladores, multiplexores, demoduladores, demultiplexores, antenas, etc.). Los dispositivos móviles pueden ser, por ejemplo, teléfonos celulares, teléfonos inteligentes, ordenadores portátiles, dispositivos de comunicación de mano, dispositivos informáticos de mano, radios satelitales, sistemas de localización global, agendas electrónicas y / o cualquier otro dispositivo adecuado para la comunicación por el sistema inalámbrico 400. Además, los dispositivos móviles pueden comprender una o más cadenas transmisoras y cadenas receptoras, tales como las usadas para un sistema de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO). Cada cadena transmisora y receptora puede comprender una pluralidad de componentes asociados a la transmisión y recepción de señales (p. ej., procesadores, moduladores, multiplexores, demoduladores, demultiplexores, antenas, etc.), como apreciará algún experto en la técnica.

Como se ilustra en la Fig. 4, el sistema 400 puede facilitar automáticamente la adjudicación de ancho de banda para un flujo de máximo esfuerzo (BE) y un flujo sensible al retardo para cada paquete. El sistema 400 puede incluir el planificador 306 que permite la adjudicación de ancho de banda para flujos y el ajuste de tal adjudicación en base a la satisfacción de los requisitos de retardo asociados a los flujos sensibles al retardo. El planificador 306 puede incluir el motor 310 de análisis, que puede determinar una métrica que puede utilizarse para asignar ancho de banda a flujos. En otras palabras, el motor 310 de análisis puede calcular prioridades de planificación relacionadas con una combinación de flujos, tal como un flujo de máximo esfuerzo y un flujo sensible al retardo. Tras el cálculo, el administrador 308 de QoS puede emplear tales prioridades y / o ajustar tal adjudicación de ancho de banda según tal métrica.

Para planificar una mezcla de flujos sensibles al retardo y de máximo esfuerzo, puede emplearse una métrica para comparar las prioridades de servicio del paquete de cada clase de flujo. Puede utilizarse un peso W para relacionar las prioridades de las dos clases (p. ej., flujos de máximo esfuerzo, flujos sensibles al retardo, etc.). En particular, la prioridad de servicio de un flujo sensible al retardo puede ser $Wf_i(q_i(t), d_i(t), K_i(t))$, mientras que la de servicio de un flujo de máximo esfuerzo puede ser la utilidad marginal del flujo con respecto a la magnitud de ancho de banda adjudicada con el mismo. Ha de apreciarse que estos son ejemplos de métricas de prioridad. Por ejemplo, para flujos de máximo esfuerzo, una prioridad aumenta según disminuye la velocidad promedio, y aumenta según mejora la condición del canal. Por tanto, ha de apreciarse que la utilidad marginal se refiere a la magnitud del ancho de banda.

Cuando hay una mezcla de flujos de máximo esfuerzo y flujos sensibles al retardo, puede determinarse el número de bloques de recursos (RB) adjudicados a cada clase de flujos (explícita o implícitamente). Dado el número de los RB para cada una de las dos categorías, puede determinarse la distribución de los RB dentro de cada categoría usando las anteriores políticas de planificación.

Para determinar la distribución por el ancho de banda entre los flujos de máximo esfuerzo y los flujos sensibles al retardo (p. ej., los flujos de QoS de retardo), fundamentalmente, puede usarse una métrica para relacionar la función de prioridad del flujo de máximo esfuerzo con la función de prioridad del flujo de QoS con retardo, tal como un peso W . En particular, en correspondencia a las dos variedades de políticas de planificación para flujos sensibles al retardo, pueden emplearse los siguientes algoritmos para planificar una mezcla de flujos.

Por ejemplo, la distribución entre flujos puede referirse a al menos una entre una subbanda individual y / o una subbanda múltiple. Por ejemplo, allí donde el ancho de banda se distribuye entre los flujos sensibles al retardo usando la función g , puede resolverse el siguiente problema de optimización:

max.

$$\sum_{i=1}^n U_i((1 - \tau\alpha_i)x_i(t) + \tau\alpha_i K_i(t)b_i) - W \sum_{i=1}^n c_i g(q_i(t) - b_i K_i(t))$$

sujeto a

$$\sum_{i=1}^n b_i = B, \quad b_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, n$$

$$K_i(t)b_i \leq q_i(t), \quad i = 1, \dots, n$$

Por ejemplo, el anterior problema de optimización puede resolverse usando el algoritmo de búsqueda de bisección.

Para la planificación basada en el tamaño de ráfaga, para flujos sensibles al retardo, puede utilizarse el siguiente algoritmo anidado de búsqueda de bisección:

- 5 1. Inicialización: $B^{\min} = 0, B^{\max} = B$
2. Fijar $B^{BE} = (B^{\max} + B^{\min}) / 2, B^{QoS} = B - B^{BE}$
3. Calcular la distribución óptima de los recursos espectrales B^{BE} entre los flujos de máximo esfuerzo y B^{QoS} entre los flujos sensibles al retardo, usando el algoritmo del tamaño de ráfaga.
- 10 4. Después de la adjudicación, calcular $x = W \max \{f_i(q_i(t), d_i(t), K_i^j(t))\}$: i es QoS}, y el mayor y segundo mayor valor de $K_i(t)U_i((1-\tau\alpha_i)x_i(t) + \tau\alpha_i K_i(t)b_i)$, indicados, respectivamente, por y y z .
- 5.

Si $y \leq x \leq z$ o $B^{\max} - B^{\min} < \delta$ (δ es la tolerancia)

Terminar.

En caso contrario, si $x > y$

15 $B^{\max} = B^{BE}$, e Ir a 2

En caso contrario

$B^{\min} = B^{BE}$, e Ir a 2.

20 El planificador 306 puede incluir adicionalmente un adaptador 402 de pesos. El adaptador 402 de pesos puede adaptar el peso en una escala temporal lenta, de modo tal que los requisitos de retardo de los flujos sensibles al retardo (p. ej., el flujo de QoS sensible al retardo) se satisfagan. Por ejemplo, puede emplearse un bucle exterior, esencialmente similar a un bucle externo de control de potencia. Tal adaptación puede adjudicar los recursos espectrales restantes a los flujos de máximo esfuerzo y hacer uso de la diversidad multiusuario.

25 Con referencia a las **Figs. 5-6**, se ilustran metodologías relacionadas con la provisión de control de temporización del enlace ascendente, reduciendo a la vez el sobregasto y el consumo de energía. Si bien, con fines de simplificar la explicación, se muestran y describen las metodologías como una serie de actos, ha de entenderse y apreciarse que las metodologías no están limitadas por el orden de los actos, ya que algunos actos, según una o más formas de realización, pueden ocurrir en distintos órdenes y / o concurrentemente con otros actos distintos a los mostrados y descritos en el presente documento. Por ejemplo, los expertos en la técnica entenderán y apreciarán que una metodología podría representarse alternativamente como una serie de estados o sucesos interrelacionados, tal como en un diagrama de estados. Además, no todos los actos ilustrados pueden ser requeridos para implementar una metodología según una o

30 más formas de realización.

Pasando a la **Fig. 5**, se ilustra una metodología 500 que facilita la asignación eficaz del ancho de banda para recibir al menos un paquete de datos con respecto a flujos de máximo esfuerzo (BE) y flujos sensibles al retardo. En el número 502 de referencia, puede recibirse al menos uno entre un flujo sensible al retardo con un requisito de retardo o un flujo de

35 máximo esfuerzo. En el número 504 de referencia, puede adjudicarse una primera parte del ancho de banda al flujo sensible al retardo. En el número 506 de referencia, puede adjudicarse una segunda parte del ancho de banda al flujo de máximo esfuerzo. En el número 508 de referencia, puede readjudicarse la primera magnitud del ancho de banda a un nivel reducido de ancho de banda, y la segunda parte del ancho de banda a un nivel aumentado del ancho de banda, si se satisface el requisito de retardo. En el número 510 de referencia, la primera magnitud del ancho de banda puede readjudicarse a un nivel aumentado del ancho de banda, y la segunda parte del ancho de banda a un nivel reducido del

40 ancho de banda, si el requisito de retardo no se satisface. En el número 512 de referencia, puede mantenerse un nivel del ancho de banda para la primera magnitud del ancho de banda, y puede mantenerse la segunda magnitud del ancho de

banda si el requisito de retardo es equivalente a la primera parte del ancho de banda. En el número 514 de referencia, puede recibirse una parte de los datos en la parte primera y segunda del ancho de banda, según la adjudicación.

Con referencia ahora a la **Fig. 6**, una metodología 600 que facilita la adjudicación óptima del ancho de banda para transmitir al menos un paquete de datos con respecto a flujos de máximo esfuerzo (BE) y flujos sensibles al retardo. En el número 602 de referencia, puede recibirse al menos uno entre un flujo sensible al retardo con un requisito de retardo y un flujo de máximo esfuerzo. En el número 604 de referencia, puede adjudicarse una primera parte del ancho de banda al flujo sensible al retardo. En el número 606 de referencia, puede adjudicarse una segunda parte del ancho de banda al flujo de máximo esfuerzo. En el número 608 de referencia, la primera magnitud del ancho de banda puede readjudicarse a un nivel reducido del ancho de banda, y la segunda parte del ancho de banda a un nivel aumentado del ancho de banda, si se satisface el requisito de retardo. En el número 610 de referencia, la primera magnitud del ancho de banda puede readjudicarse a un nivel aumentado del ancho de banda, y la segunda parte del ancho de banda a un nivel reducido del ancho de banda, si no se satisface el requisito de retardo. En el número 612 de referencia, puede mantenerse un nivel del ancho de banda para la primera magnitud del ancho de banda, y la segunda magnitud del ancho de banda puede mantenerse si el requisito de retardo es equivalente a la primera parte del ancho de banda. En el número 614 de referencia, puede transmitirse una parte de los datos en la parte primera y segunda del ancho de banda, según la adjudicación.

La **Fig. 7** es una ilustración de un dispositivo móvil 700 que facilita la recepción de flujos de máximo esfuerzo (BE) y / o flujos sensibles al retardo, con ancho de banda adjudicado eficazmente a tales flujos en un sistema de comunicación inalámbrica. El dispositivo móvil 700 comprende un receptor 702 que recibe una señal, por ejemplo, desde una antena receptora (no mostrada), lleva a cabo acciones típicas (p. ej., filtra, amplifica, reduce la frecuencia, etc.) sobre la señal recibida y digitaliza la señal acondicionada para obtener muestras. El receptor 702 puede comprender un demodulador 704 que puede demodular símbolos recibidos y proporcionarlos a un procesador 706 para la estimación del canal. El procesador 706 puede ser un procesador dedicado a analizar información recibida por el receptor 702 y / o a generar información para la transmisión por un transmisor 716, un procesador que controla uno o más componentes de un dispositivo móvil 700 y / o un procesador que tanto analiza información recibida por el receptor 702, como genera información para su transmisión por el transmisor 716, como controla uno o más componentes del dispositivo móvil 700.

El dispositivo móvil 700 puede comprender adicionalmente memoria 708 que está operativamente acoplada con el procesador 706, y que puede almacenar datos a transmitir, datos recibidos, información relacionada con los canales disponibles, datos asociados a la señal analizada y / o a la potencia de interferencia, información relacionada con un canal, potencia, velocidad, o similares, asignados, y cualquier otra información adecuada para estimar un canal y comunicarse mediante el canal. La memoria 708 puede almacenar adicionalmente protocolos y / o algoritmos asociados a la estimación y / o utilización de un canal (p. ej., basados en prestaciones, basados en capacidad, etc.).

Se apreciará que el almacén de datos (p. ej., memoria 708) descrito en el presente documento puede ser bien memoria volátil o bien memoria no volátil, o puede incluir memoria tanto volátil como no volátil. A modo de ilustración, y no de limitación, la memoria no volátil puede incluir memoria de sólo lectura (ROM), ROM programable (PROM), ROM eléctricamente programable (EPROM), PROM eléctricamente borrable (EEPROM) o memoria flash. La memoria volátil puede incluir memoria de acceso aleatorio (RAM), que actúa como una memoria caché externa. A modo de ilustración y no de limitación, la memoria RAM está disponible en muchas formas, tal como RAM síncrona (SRAM), RAM dinámica (DRAM), DRAM síncrona (SDRAM), SDRAM de doble velocidad de datos (DDR SDRAM), SDRAM mejorada (ESDRAM), DRAM de Synchlink (SLDRAM) y RAM de Rambus directo (DR-RAM). La memoria 708 de los sistemas y procedimientos en cuestión está concebida para comprender, sin limitarse a, estos y otros tipos adecuados cualesquiera de memoria.

El procesador 706, adicionalmente, puede estar operativamente acoplado con el administrador 710 de QOS que emplea la planificación por prioridad de los flujos, según una métrica determinada por un motor 712 de análisis, según lo anteriormente descrito, por ejemplo. Conforme a una ilustración, el motor 712 de análisis puede determinar la asignación de ancho de banda a una combinación de flujos sensibles al retardo con requisitos de retardo y a flujos de máximo esfuerzo. Por ejemplo, el motor de análisis puede calcular dinámicamente si se está satisfaciendo o no el requisito de retardo para flujos sensibles al retardo, en base a una métrica. El administrador 710 de QOS puede ajustar en consecuencia la adjudicación del ancho de banda (p. ej., en base a la métrica), a fin de garantizar que se satisfacen los requisitos de retardo para los flujos sensibles al retardo, y asignar cualquier ancho de banda restante a los flujos de máximo esfuerzo. En otras palabras, el administrador 710 de QOS y el motor 712 de análisis pueden priorizar, efectiva y óptimamente, las políticas de planificación en lo que respecta a los flujos para el dispositivo móvil 700. Adicionalmente, el dispositivo móvil 700 puede recibir paquetes de datos en base, al menos en parte, a las prioridades de planificación identificadas por el administrador 710 de QOS y / o el motor 712 de análisis.

El dispositivo móvil 700 comprende aun adicionalmente un modulador 714 y un transmisor 716 que, respectivamente, modulan y transmiten señales, por ejemplo, a una estación base, otro dispositivo móvil, etc. Aunque se ilustran como separados del procesador 706, ha de apreciarse que el administrador 710 de QOS, el motor 712 de análisis, el demodulador 704 y / o el modulador 714 pueden ser parte del procesador 706 o de múltiples procesadores (no

mostrados).

La **Fig. 8** es una ilustración de un sistema 800 que facilita la gestión de la calidad del servicio (QoS) para flujos de máximo esfuerzo y flujos sensibles al retardo en un entorno de comunicación inalámbrica, según lo anteriormente descrito. El sistema 800 comprende una estación base 802 (p. ej., punto de acceso,...) con un receptor 810 que recibe una o más señales desde uno o más dispositivos móviles 804 a través de una pluralidad de antenas receptoras 806, y un transmisor 824 que transmite a dicho(s) dispositivo(s) móvil(es) 804 a través de una antena transmisora 808. El receptor 810 puede recibir información desde las antenas receptoras 806 y está operativamente asociado a un demodulador 812 que demodula información recibida. Los símbolos demodulados son analizados por un procesador 814 que puede ser similar al procesador descrito anteriormente con respecto a la Fig. 7, y que está acoplado con una memoria 816 que almacena información relacionada con la estimación de la potencia y / o la potencia de interferencia de una señal (p. ej., piloto), datos a transmitir a, o a recibir desde, el dispositivo, o dispositivos, móvil(es) 804 (o una estación base dispar (no mostrada)) y / o cualquier otra información adecuada relacionada con llevar a cabo las diversas acciones y funciones expuestas en el presente documento. El procesador 814 está adicionalmente acoplado con un administrador 818 de QOS que puede implementar prioridades de planificación con respecto a los flujos para los dispositivos móviles 804, en los cuales los flujos de máximo esfuerzo y los flujos sensibles al retardo se transmiten con asignaciones de ancho de banda determinadas a partir de una métrica calculada. Además, el procesador 814 puede acoplarse con un motor 820 de análisis que puede determinar dinámicamente la métrica a fin de transmitir paquetes de datos al dispositivo móvil 804 según tal métrica calculada, que determina las asignaciones del ancho de banda para una combinación de flujos sensibles al retardo y flujos de máximo esfuerzo.

Además, aunque se ilustran como separados del procesador 814, ha de apreciarse que el administrador 818 de QOS, el motor 820 de análisis, el demodulador 812 y / o el modulador 822 pueden ser parte del procesador 814 o de múltiples procesadores (no mostrados).

La **Fig. 9** muestra un sistema ejemplar 900 de comunicación inalámbrica. El sistema 900 de comunicación inalámbrica ilustra una estación base 910 y un dispositivo móvil 950, a fines de brevedad. Sin embargo, ha de apreciarse que el sistema 900 puede incluir más de una estación base y / o más de un dispositivo móvil, en donde las estaciones base y / o los dispositivos móviles adicionales pueden ser sustancialmente similares, o distintos, a la estación base ejemplar 910 y al dispositivo móvil 950 descritos más adelante. Además, ha de apreciarse que la estación base 910 y / o el dispositivo móvil 950 puede emplear los sistemas (**Figs. 1-4 y 7-8**) y / o los procedimientos (**Figs. 5-6**) descritos en el presente documento para facilitar la comunicación inalámbrica entre los mismos.

En la estación base 910, los datos de tráfico para un cierto número de flujos de datos se proporcionan a partir de una fuente 912 de datos a un procesador 914 de datos de transmisión (TX). Según un ejemplo, cada flujo de datos puede transmitirse por una respectiva antena. El procesador 914 de datos de transmisión da formato, codifica e intercala el flujo de datos de tráfico en base a un esquema de codificación específico seleccionado para ese flujo de datos, a fin de proporcionar datos codificados.

Los datos codificados para cada flujo de datos pueden multiplexarse con datos piloto usando técnicas de multiplexado por división ortogonal de frecuencia (OFDM). Adicional o alternativamente, los símbolos piloto pueden ser multiplexados por división de frecuencia (FDM), multiplexados por división del tiempo (TDM) o multiplexados por división de código (CDM). Los datos piloto, habitualmente, son un patrón conocido de datos que se procesan de manera conocida y que pueden usarse en el dispositivo móvil 950 para estimar la respuesta del canal. Los datos piloto y codificados, multiplexados para cada flujo de datos, pueden modularse (p. ej., mapearse con símbolos) en base a un esquema de modulación específico (p. ej., modulación por desplazamiento de fase binaria (BPSK), modulación por desplazamiento de fase de cuadratura (QPSK), modulación por desplazamiento de fase M (M-PSK), modulación por amplitud de cuadratura-M (M-QAM), etc.) seleccionado para ese flujo de datos, a fin de proporcionar símbolos de modulación. La velocidad de datos, la codificación y la modulación para cada flujo de datos pueden ser determinadas por instrucciones llevadas a cabo o proporcionadas por el procesador 930.

Los símbolos de modulación para los flujos de datos pueden proporcionarse a un procesador 920 TX MIMO, que puede procesar adicionalmente los símbolos de modulación (p. ej., para OFDM). El procesador 920 TX MIMO proporciona luego N_T flujos de símbolos de modulación a N_T transmisores (TMTR) 922a a 922t. En varias formas de realización, el procesador 920 TX MIMO aplica ponderaciones de formación de haces a los símbolos de los flujos de datos y a la antena desde la cual se está transmitiendo el símbolo.

Cada transmisor 922 recibe y procesa un respectivo flujo de símbolos para proporcionar una o más señales analógicas, y acondiciona adicionalmente (p. ej., amplifica, filtra y aumenta la frecuencia) las señales analógicas para proporcionar una señal modulada adecuada para la transmisión por el canal de MIMO. Además, las N_T señales moduladas de los transmisores 922a a 922t son transmitidas, respectivamente, desde las N_T antenas 924a a 924t.

En el dispositivo móvil 950, las señales moduladas transmitidas son recibidas por las N_R antenas 952a a 952r, y la señal recibida desde cada antena 952 se proporciona a un respectivo receptor (RCVR) 954a a 954r. Cada receptor 954

acondiciona (p. ej., filtra, amplifica y reduce la frecuencia) una respectiva señal, digitaliza la señal acondicionada para proporcionar muestras y procesa adicionalmente las muestras para proporcionar un correspondiente flujo de símbolos "recibidos".

5 Un procesador 960 de datos RX puede recibir y procesar los N_R flujos de símbolos recibidos desde los N_R receptores 954 en base a una técnica específica de procesamiento receptor, para proporcionar N_T flujos de símbolos "detectados". El procesador 960 de datos RX puede demodular, desintercalar y descodificar cada flujo de símbolos detectados, para recuperar los datos de tráfico para el flujo de datos. El procesamiento por el procesador 960 de datos RX es complementario al llevado a cabo por el procesador 920 TX MIMO y el procesador 914 de datos TX en la estación base 910.

10 Un procesador 970 puede determinar periódicamente qué matriz de precodificación utilizar, según lo expuesto anteriormente. Además, el procesador 970 puede formular un mensaje de enlace reverso que comprende una parte de índice matricial y una parte de valor de rango.

15 El mensaje de enlace reverso puede comprender diversos tipos de información con respecto al enlace de comunicación y / o al flujo de datos recibidos. El mensaje de enlace reverso puede ser procesado por un procesador 938 de datos TX, que también recibe datos de tráfico para un cierto número de flujos de datos desde una fuente 936 de datos, modulados por un modulador 980, acondicionados por los transmisores 954a a 954r y transmitidos de vuelta a la estación base 910.

20 En la estación base 910, las señales moduladas desde el dispositivo móvil 950 son recibidas por las antenas 924, acondicionadas por los receptores 922, demoduladas por un demodulador 940 y procesadas por un procesador 942 de datos RX, para extraer el mensaje de enlace reverso transmitido por el dispositivo móvil 950. Además, el procesador 930 puede procesar el mensaje extraído para determinar qué matriz de precodificación usar para determinar los pesos de formación de haces.

25 Los procesadores 930 y 970 pueden dirigir (p. ej., controlar, coordinar, gestionar, etc.) el funcionamiento en la estación base 910 y el dispositivo móvil 950, respectivamente. Los respectivos procesadores 930 y 970 pueden asociarse a la memoria 932 y 972 que almacena códigos y datos de programa. Los procesadores 930 y 970 también pueden llevar a cabo cálculos para obtener, respectivamente, estimaciones de frecuencia y respuesta de impulso para el enlace ascendente y el enlace descendente.

30 Ha de entenderse que las formas de realización descritas en el presente documento pueden implementarse en hardware, software, firmware, middleware, microcódigo o cualquier combinación de los mismos. Para una implementación en hardware, las unidades de procesamiento pueden implementarse dentro de uno o más circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), procesadores de señales digitales (DSP), dispositivos de procesamiento de señales digitales (DSPD), dispositivos lógicos programables (PLD), formaciones de compuertas programables en el terreno (FPGA), procesadores, controladores, microcontroladores, microprocesadores, otras unidades electrónicas diseñadas para llevar a cabo las funciones descritas en el presente documento, o una combinación de los mismos.

35 Cuando las formas de realización se implementan en software, firmware, middleware o microcódigo, código de programa o segmentos de código, pueden almacenarse en un medio legible por máquina, tal como un componente de almacenamiento. Un segmento de código puede representar un procedimiento, una función, un subprograma, un programa, una rutina, una subrutina, un módulo, un paquete de software, una clase, o cualquier combinación de instrucciones, estructuras de datos o sentencias de programa. Un segmento de código puede acoplarse con otro segmento de código o un circuito de hardware, pasando y / o recibiendo información, datos, argumentos, parámetros o contenidos de memoria. La información, los argumentos, los parámetros, los datos, etc., pueden pasarse, remitirse o transmitirse usando cualquier medio adecuado, incluso la compartición de memoria, el pasaje de mensajes, el pasaje de testigos, la transmisión por red, etc.

45 Para una implementación en software, las técnicas descritas en el presente documento pueden implementarse con módulos (p. ej., procedimientos, funciones, y así sucesivamente) que llevan a cabo las funciones descritas en el presente documento. Los códigos de software pueden almacenarse en unidades de memoria y ser ejecutados por procesadores. La unidad de memoria puede implementarse dentro del procesador o ser externa al procesador, en cuyo caso puede estar acoplada comunicativamente con el procesador mediante diversos medios, según se conoce en la técnica.

50 Con referencia a la **Fig. 10**, se ilustra un sistema 1000 que asigna eficazmente el ancho de banda para recibir al menos un paquete de datos con respecto a flujos de máximo esfuerzo (BE) y flujos sensibles al retardo. Por ejemplo, el sistema 1000 puede residir, al menos parcialmente, dentro de una estación base, un dispositivo móvil, etc. Ha de apreciarse que el sistema 1000 está representado como incluyendo bloques funcionales, que pueden ser bloques funcionales que representan funciones implementadas por un procesador, software, o una combinación de los mismos (p. ej., firmware). El sistema 1000 incluye una agrupación lógica 1002 de componentes eléctricos que pueden actuar conjuntamente. La agrupación lógica 1002 puede incluir un componente eléctrico para recibir al menos uno entre un flujo sensible al retardo con un requisito de retardo y un flujo 1004 de máximo esfuerzo. Además, la agrupación lógica 1002 puede comprender un

55

componente eléctrico para adjudicar una primera parte del ancho de banda al flujo sensible al retardo y una segunda parte del ancho de banda al flujo 1006 de máximo esfuerzo. Además, la agrupación lógica 1002 puede incluir un componente eléctrico para readjudicar la primera parte del ancho de banda a un nivel reducido de ancho de banda, y la segunda parte del ancho de banda a un nivel aumentado del ancho de banda, si se satisface 1008 el requisito de retardo. Además, la agrupación lógica 1002 puede comprender un componente eléctrico para readjudicar la primera parte del ancho de banda a un nivel aumentado de ancho de banda, y la segunda parte del ancho de banda a un nivel reducido de ancho de banda si no se satisface 1010 el requisito de retardo. La agrupación lógica 1002 puede comprender un componente eléctrico para mantener un nivel de ancho de banda para la primera parte y la segunda parte del ancho de banda si el requisito de retardo es equivalente a la primera parte del ancho de banda 1012. La agrupación lógica 1002 puede comprender un componente eléctrico para recibir una parte de los datos en la primera y segunda parte del ancho de banda, según la adjudicación 1014. Adicionalmente, el sistema 1000 puede incluir una memoria 1016 que retiene instrucciones para ejecutar funciones asociadas a los componentes eléctricos 1004, 1006, 1008, 1010, 1012 y 1014. Si bien se muestran como externos a la memoria 1016, ha de entenderse que uno o más de los componentes eléctricos 1004, 1006, 1008, 1010, 1012 y 1014 pueden existir dentro de la memoria 1016.

Pasando a la **Fig. 11**, se ilustra un sistema 1100 que adjudica óptimamente ancho de banda para transmitir al menos un paquete de datos con respecto a flujos de máximo esfuerzo (BE) y flujos sensibles al retardo en un entorno de comunicación inalámbrica. El sistema 1100 puede residir dentro de una estación base, dispositivo móvil, etc., por ejemplo. Como se ilustra, el sistema 1100 incluye bloques funcionales que pueden representar funciones implementadas por un procesador, software o una combinación de los mismos (p. ej., firmware). El sistema 1100 incluye una agrupación lógica 1102 de componentes eléctricos que facilitan la planificación de paquetes de datos. La agrupación lógica 1102 puede incluir un componente eléctrico para recibir al menos uno entre un flujo sensible al retardo con un requisito de retardo y un flujo 1104 de máximo esfuerzo. Además, la agrupación lógica 1102 puede comprender un componente eléctrico para adjudicar una primera parte del ancho de banda al flujo sensible al retardo y una segunda parte del ancho de banda al flujo 1106 de máximo esfuerzo. Además, la agrupación lógica 1102 puede incluir un componente eléctrico para readjudicar la primera parte del ancho de banda a un nivel reducido de ancho de banda y la segunda parte del ancho de banda a un nivel aumentado de ancho de banda si se satisface 1108 el requisito de retardo. Además, la agrupación lógica 1102 puede comprender un componente eléctrico para readjudicar la primera parte del ancho de banda a un nivel aumentado de ancho de banda y la segunda parte del ancho de banda a un nivel reducido de ancho de banda si el requisito de retardo no se satisface 1110. La agrupación lógica 1102 puede comprender un componente eléctrico para mantener un nivel de ancho de banda para la primera parte y la segunda parte del ancho de banda, si el requisito de retardo es equivalente a la primera parte del ancho de banda 1112. La agrupación lógica 1102 puede comprender un componente eléctrico para recibir una parte de datos en la primera y segunda parte del ancho de banda, según la adjudicación 1114. Adicionalmente, el sistema 1100 puede incluir una memoria 1116 que retiene instrucciones para ejecutar funciones asociadas a los componentes eléctricos 1104, 1106, 1108, 1110, 1112 y 1114. Si bien se muestran como externos a la memoria 1116, ha de entenderse que uno o más componentes eléctricos 1104, 1106, 1108, 1110, 1112 y 1114 pueden existir dentro de la memoria 1116.

Lo que se ha descrito anteriormente incluye ejemplos de una o más formas de realización. Por supuesto, no es posible describir cada combinación concebible de componentes o metodologías con el fin de describir las formas de realización precisadas, pero alguien medianamente experto en la técnica puede reconocer que son posibles muchas combinaciones y permutaciones adicionales de diversas formas de realización. En consecuencia, las formas de realización descritas están concebidas para abarcar todas dichas alteraciones, modificaciones y variaciones que caigan dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Además, en la medida en que se usa el término "incluye", ya sea en la descripción detallada o en las reivindicaciones, tal término está concebido para ser inclusivo, de manera similar al término "comprende", como se interpreta "comprende" cuando se emplea como palabra de transición en una reivindicación. En lo que sigue, se describen ejemplos adicionales para facilitar la comprensión de la invención:

1. Un procedimiento que facilita la planificación de un flujo de máximo esfuerzo y de un flujo con requisito de retardo, dentro de un entorno de comunicaciones inalámbricas, que comprende:

recibir al menos uno entre un flujo sensible al retardo con un requisito de retardo y un flujo de máximo esfuerzo;

adjudicar una primera parte del ancho de banda al flujo sensible al retardo;

adjudicar una segunda parte del ancho de banda al flujo de máximo esfuerzo;

readjudicar la primera parte del ancho de banda a un nivel reducido del ancho de banda y la segunda parte del ancho de banda a un nivel aumentado del ancho de banda si se satisface el requisito de retardo;

readjudicar la primera parte del ancho de banda a un nivel aumentado del ancho de banda y la segunda parte del ancho de banda a un nivel reducido del ancho de banda si no se satisface el requisito de retardo; y

mantener un nivel de ancho de banda para la primera parte del ancho de banda y la segunda parte del ancho de

banda, si el requisito de retardo es equivalente a la primera parte del ancho de banda.

2. El procedimiento de ejemplo 1, que comprende adicionalmente recibir al menos un paquete de datos según la adjudicación del ancho de banda de la primera parte del ancho de banda y la segunda parte del ancho de banda.

5 3. El procedimiento de ejemplo 1, que comprende adicionalmente transmitir al menos un paquete de datos según la adjudicación de ancho del ancho de banda de la primera parte del ancho de banda y la segunda parte del ancho de banda.

4. El procedimiento de ejemplo 1, que comprende adicionalmente ajustar la adjudicación del ancho de banda para cada paquete de datos.

10 5. El procedimiento de ejemplo 1, en el cual la readjudicación del ancho de banda para la primera parte del ancho de banda está servida por $Wf_i(q_i(t), d_i(t), K_i^l(t))$, donde $d_i(t)$ es un retardo de cabeza de línea para un flujo, $q_i(t)$ es un tamaño de memoria intermedia y $K_i^l(t)$ es una eficiencia espectral para un flujo i en un momento t .

6. El procedimiento de ejemplo 5, en el cual la readjudicación del ancho de banda para la segunda parte del ancho de banda es servida por la utilidad marginal del flujo de máximo esfuerzo, en lo que respecta a la magnitud de ancho de banda adjudicada con el mismo.

15 7. El procedimiento de ejemplo 5, que comprende adicionalmente utilizar un algoritmo de búsqueda de bisección para resolver lo siguiente:

max.

$$\sum_{i=1}^n U_i((1 - \tau\alpha_i)x_i(t) + \tau\alpha_i K_i(t)b_i) - W \sum_{i=1}^n c_i g(q_i(t) - b_i K_i(t))$$

sujeto a

$$\sum_{i=1}^n b_i = B, \quad b_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, n$$

$$K_i(t)b_i \leq q_i(t), \quad i = 1, \dots, n$$

20

8. El procedimiento de ejemplo 7, que comprende adicionalmente:

inicializar $B^{min} = 0$, $B^{max} = B$, donde B es el recurso espectral;

fijar $B^{BE} = (B^{max} + B^{min}) / 2$, $B^{QoS} = B - B^{BE}$; y

25 calcular una distribución óptima de los recursos espectrales B^{BE} entre los flujos de máximo esfuerzo y B^{QoS} entre los flujos sensibles al retardo, usando un algoritmo de tamaño de ráfaga.

9. El sistema de ejemplo 8, que comprende adicionalmente:

calcular $x = W \max \{f_i(q_i(t), d_i(t), K_i^l(t))\}$; i es QoS),

calcular el primer mayor $y = K_i(t)U_i'((1 - \tau\alpha_i)x_i(t) + \tau\alpha_i K_i(t)b_i)$

calcular un segundo mayor $z = K_i(t)U_i'((1 - \tau\alpha_i)x_i(t) + \tau\alpha_i K_i(t)b_i)$;

30 implementar lo siguiente:

Si $y \leq x \leq z$ o $B^{max} - B^{min} < \delta$ donde δ es la tolerancia

Terminar

En caso contrario, si $x > y$

$B^{max} = B^{BE}$, y fijar $B^{BE} = (B^{max} + B^{min}) / 2$, $B^{QoS} = B - B^{BE}$

35

En caso contrario

$$B^{min} = B^{BE}, \text{ y fijar } B^{BE} = (B^{max} + B^{min}) / 2, B^{QoS} = B - B^{BE}.$$

10. El sistema de ejemplo 1, que comprende adicionalmente adaptar la adjudicación del ancho de banda para al menos uno entre la primera parte del ancho de banda y la segunda parte del ancho de banda en una escala temporal lenta.

5 11. Un aparato de comunicaciones inalámbricas, que comprende:

al menos un procesador configurado para:

recibir al menos uno entre un requisito de retardo asociado a un flujo sensible al retardo y un flujo de máximo esfuerzo;

adjudicar una primera parte del ancho de banda al flujo sensible al retardo;

10 adjudicar una segunda parte del ancho de banda al flujo de máximo esfuerzo;

readjudicar la primera magnitud del ancho de banda a un nivel reducido de ancho de banda y la segunda parte del ancho de banda a un nivel aumentado si se satisface el requisito de retardo;

readjudicar la primera magnitud del ancho de banda a un nivel aumentado de ancho de banda y la segunda parte del ancho de banda a un nivel reducido de ancho de banda si no se satisface el requisito de retardo;

15 mantener un nivel de ancho de banda para la primera magnitud del ancho de banda y la segunda magnitud del ancho de banda si el requisito de retardo es equivalente a la primera parte del ancho de banda; y

una memoria acoplada a al menos un procesador.

20 12. El aparato de comunicaciones inalámbricas de ejemplo 11, en el que al menos un procesador está configurado para recibir al menos un paquete de datos según la adjudicación de ancho de banda de la primera parte del ancho de banda y la segunda parte del ancho de banda.

13. El aparato de comunicaciones inalámbricas de ejemplo 11, en el que al menos un procesador está configurado para recibir al menos un paquete de datos según la adjudicación de ancho de banda de la primera parte del ancho de banda y la segunda parte del ancho de banda.

25 14. El aparato de comunicaciones inalámbricas de ejemplo 11, en el que al menos un procesador está configurado para ajustar la adjudicación del ancho de banda para cada paquete de datos.

15. El aparato de comunicaciones inalámbricas de ejemplo 11, en el que la readjudicación del ancho de banda para la primera parte del ancho de banda está servida por $Wf_i(q_i(t), d_i(t), K_i^l(t))$, donde $d_i(t)$ es un retardo de cabeza de línea para un flujo, $q_i(t)$ es un tamaño de memoria intermedia y $K_i^l(t)$ es una eficiencia espectral para un flujo i en un momento t .

30 16. El aparato de comunicaciones inalámbricas de ejemplo 15, en el que la readjudicación de ancho de banda para la segunda porción de ancho de banda está servida por la utilidad marginal del flujo de máximo esfuerzo, en lo que respecta a la magnitud del ancho de banda adjudicada con el mismo.

17. El aparato de comunicaciones inalámbricas de ejemplo 15, en el que al menos un procesador está configurado para utilizar un algoritmo de búsqueda de bisección para resolver lo siguiente:

35 max.

$$\sum_{i=1}^n U_i((1 - \tau\alpha_i)x_i(t) + \tau\alpha_i K_i(t)b_i) - W \sum_{i=1}^n c_i g(q_i(t) - b_i K_i(t))$$

sujeto a

$$\sum_{i=1}^n b_i = B, \quad b_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, n$$

$$K_i(t)b_i \leq q_i(t), \quad i = 1, \dots, n$$

18. El aparato de comunicaciones inalámbricas de ejemplo 17, en el que al menos un procesador está configurado para al menos uno de los siguientes:

inicializar $B^{min} = 0$, $B^{max} = B$, donde B es recurso espectral;

5 fijar $B^{BE} = (B^{max} + B^{min}) / 2$, $B^{QoS} = B - B^{BE}$; y

calcular una distribución óptima de los recursos espectrales B^{BE} entre los flujos de máximo esfuerzo y B^{QoS} entre los flujos sensibles al retardo, usando un algoritmo de tamaño de ráfaga.

19. El aparato de comunicaciones inalámbricas de ejemplo 18, en el que al menos un procesador está configurado para al menos uno de los siguientes:

10 calcular $x = W \max \{f_i(q_i(t), d_i(t), K_i(t))\}$; i es QoS),

calcular el primer mayor $y = K_i(t)U_i'((1-\tau\alpha_i)x_i(t) + \tau\alpha_i K_i(t)b_i)$

calcular un segundo mayor $z = K_i(t)U_i'((1-\tau\alpha_i)x_i(t) + \tau\alpha_i K_i(t)b_i)$;

implementar lo siguiente:

Si $y \leq x \leq z$ o $B^{max} - B^{min} < \delta$, donde δ es la tolerancia

15 Terminar

En caso contrario, si $x > y$

$B^{max} = B^{BE}$, y fijar $B^{BE} = (B^{max} + B^{min}) / 2$, $B^{QoS} = B - B^{BE}$

En caso contrario

$B^{min} = B^{BE}$, y fijar $B^{BE} = (B^{max} + B^{min}) / 2$, $B^{QoS} = B - B^{BE}$.

20. El aparato de comunicaciones inalámbricas de ejemplo 11, en el que al menos un procesador está configurado para adaptar la adjudicación de ancho de banda para al menos uno entre la primera parte del ancho de banda y la segunda parte del ancho de banda en una escala temporal lenta.

21. Un aparato de comunicaciones inalámbricas que permite planificar un flujo de máximo esfuerzo y un flujo con un requisito de retardo en una red de comunicación inalámbrica, que comprende:

25 medios para recibir al menos uno entre un requisito de retardo asociado a un flujo sensible al retardo y un flujo de máximo esfuerzo;

medios para adjudicar una primera parte del ancho de banda al flujo sensible al retardo;

medios para adjudicar una segunda parte del ancho de banda al flujo de máximo esfuerzo;

30 medios para readjudicar la primera magnitud del ancho de banda a un nivel reducido de ancho de banda y la segunda parte del ancho de banda a un nivel aumentado si se satisface el requisito de retardo;

medios para readjudicar la primera magnitud de ancho de banda a un nivel aumentado de ancho de banda y la segunda parte de ancho de banda a un nivel reducido de ancho de banda si no se satisface el requisito de retardo; y

35 medios para mantener un nivel de ancho de banda para la primera magnitud del ancho de banda y la segunda magnitud del ancho de banda, si el requisito de retardo es equivalente a la primera parte del ancho de banda.

22. El aparato de comunicaciones inalámbricas de ejemplo 21, que comprende adicionalmente medios para recibir al

menos un paquete de datos, según la adjudicación de ancho de banda de la primera parte del ancho de banda y la segunda parte del ancho de banda.

5 23. El aparato de comunicaciones inalámbricas de ejemplo 21, que comprende adicionalmente medios para transmitir al menos un paquete de datos, según la adjudicación de ancho de banda de la primera parte del ancho de banda y la segunda parte del ancho de banda.

24. El aparato de comunicaciones inalámbricas de ejemplo 21, que comprende adicionalmente medios para ajustar la adjudicación del ancho de banda para cada paquete de datos.

10 25. El aparato de comunicaciones inalámbricas de ejemplo 21, en el que la readjudicación del ancho de banda para la primera parte del ancho de banda está servida por $Wf_i(q_i(t), d_i(t), K_i^l(t))$, donde $d_i(t)$ es un retardo de cabeza de línea para un flujo, $q_i(t)$ es un tamaño de memoria intermedia y $K_i^l(t)$ es una eficiencia espectral para un flujo i en un momento t .

26. El aparato de comunicaciones inalámbricas de ejemplo 25, en el que la readjudicación del ancho de banda para la segunda parte del ancho de banda está servida por la utilidad marginal del flujo de máximo esfuerzo en lo que respecta a la magnitud del ancho de banda adjudicado con el mismo.

15 27. El aparato de comunicaciones inalámbricas de ejemplo 26, que comprende adicionalmente medios para utilizar un algoritmo de búsqueda de bisección, a fin de resolver lo siguiente:

max.

$$\sum_{i=1}^n U_i((1 - \tau\alpha_i)x_i(t) + \tau\alpha_i K_i(t)b_i) - W \sum_{i=1}^n c_i g(q_i(t) - b_i K_i(t))$$

sujeto a

$$\sum_{i=1}^n b_i = B, \quad b_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, n$$

$$K_i(t)b_i \leq q_i(t), \quad i = 1, \dots, n$$

20

28. El aparato de comunicaciones inalámbricas de ejemplo 27, que comprende adicionalmente:

medios para inicializar $B^{min} = 0$, $B^{max} = B$, donde B es recurso espectral;

medios para fijar $B^{BE} = (B^{max} + B^{min}) / 2$, $B^{QoS} = B - B^{BE}$; y

25 medios para calcular una distribución óptima de los recursos espectrales B^{BE} entre los flujos de máximo esfuerzo y B^{QoS} entre los flujos sensibles al retardo, usando un algoritmo de tamaño de ráfaga.

29. El aparato de comunicaciones inalámbricas de ejemplo 28, que comprende adicionalmente:

medios para calcular $x = W \max \{f_i(q_i(t), d_i(t), K_i^l(t))\}$: i es QoS},

medios para calcular el primer mayor $y = K_i(t)U_i'((1 - \tau\alpha_i)x_i(t) + \tau\alpha_i K_i(t)b_i)$

medios para calcular un segundo mayor $z = K_i(t)U_i'((1 - \tau\alpha_i)x_i(t) + \tau\alpha_i K_i(t)b_i)$;

30 medios para implementar lo siguiente:

Si $y \leq x \leq z$ o $B^{max} - B^{min} < \delta$, donde δ es la tolerancia

Terminar

En caso contrario, si $x > y$

$$B^{max} = B^{BE}, \text{ y fijar } B^{BE} = (B^{max} + B^{min}) / 2, B^{QoS} = B - B^{BE}$$

35

En caso contrario

$$B^{min} = B^{BE}, \text{ y fijar } B^{BE} = (B^{max} + B^{min}) / 2, B^{QoS} = B - B^{BE}.$$

30. El aparato de comunicaciones inalámbricas de ejemplo 21, que comprende adicionalmente medios para adaptar la adjudicación del ancho de banda para al menos uno entre la primera parte del ancho de banda y la segunda parte del ancho de banda en una escala temporal lenta.

5 31. Un producto de programa de ordenador, que comprende:

un medio legible por ordenador que comprende:

código para causar que al menos un ordenador reciba al menos uno entre un flujo sensible al retardo con un requisito de retardo y un flujo de máximo esfuerzo;

10 código para causar que el al menos un ordenador adjudique una primera parte del ancho de banda al flujo sensible al retardo;

código para causar que el al menos un ordenador adjudique una primera parte del ancho de banda al flujo sensible al retardo;

código para causar que el al menos un ordenador adjudique una segunda parte del ancho de banda al flujo de máximo esfuerzo;

15 código para causar que el al menos un ordenador readjudique la primera magnitud del ancho de banda a un nivel reducido de ancho de banda y la segunda parte del ancho de banda a un nivel aumentado de ancho de banda si se satisface el requisito de retardo;

20 código para causar que el al menos un ordenador readjudique la primera magnitud del ancho de banda a un nivel aumentado de ancho de banda y la segunda parte de ancho de banda a un nivel reducido de ancho de banda si no se satisface el requisito de retardo; y

código para causar que el al menos un ordenador mantenga un nivel de ancho de banda para la primera magnitud de ancho de banda y la segunda magnitud de ancho de banda si el requisito de retardo es equivalente a la primera parte del ancho de banda.

25 32. El producto de programa de ordenador de ejemplo 31, en el que el medio legible por ordenador comprende adicionalmente código para causar que el al menos un ordenador reciba al menos un paquete de datos según la adjudicación de ancho de banda de la primera parte del ancho de banda y la segunda parte del ancho de banda.

33. El producto de programa de ordenador de ejemplo 31, en el que el medio legible por ordenador comprende adicionalmente código para causar que el al menos un ordenador transmita al menos un paquete de datos según la adjudicación de ancho de banda de la primera parte del ancho de banda y la segunda parte del ancho de banda.

30 34. El producto de programa de ordenador de ejemplo 31, en el que el medio legible por ordenador comprende adicionalmente código para causar que el al menos un ordenador ajuste la adjudicación del ancho de banda para cada paquete de datos.

35 35. El producto de programa de ordenador de ejemplo 31, en el que la readjudicación del ancho de banda para la primera parte del ancho de banda está servida por $Wf_i(q_i(t), d_i(t), K_i(t))$, donde $d_i(t)$ es un retardo de cabeza de línea para un flujo, $q_i(t)$ es un tamaño de memoria intermedia y $K_i(t)$ es una eficiencia espectral para un flujo i en un momento t .

36. El producto de programa de ordenador de ejemplo 35, en el que la readjudicación del ancho de banda para la segunda parte del ancho de banda está servida por la utilidad marginal del flujo de máximo esfuerzo en lo que respecta a la magnitud del ancho de banda adjudicado con el mismo.

40 37. El producto de programa de ordenador de ejemplo 35, en el que el medio legible por ordenador comprende adicionalmente código para causar que el al menos un ordenador utilice un algoritmo de búsqueda de bisección para resolver lo siguiente:

max.

$$\sum_{i=1}^n U_i((1 - \tau\alpha_i)x_i(t) + \tau\alpha_i K_i(t)b_i) - W \sum_{i=1}^n c_i g(q_i(t) - b_i K_i(t))$$

sujeto a

$$\sum_{i=1}^n b_i = B, \quad b_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, n$$

$$K_i(t)b_i \leq q_i(t), \quad i = 1, \dots, n$$

38. El producto de programa de ordenador de ejemplo 37, en el que el medio legible por ordenador comprende adicionalmente código para causar que el al menos un ordenador:

inicialice $B^{min} = 0$, $B^{max} = B$, donde B es recurso espectral;

5 fije $B^{BE} = (B^{max} + B^{min}) / 2$, $B^{QoS} = B - B^{BE}$, y

calcule una distribución óptima de los recursos espectrales B^{BE} entre los flujos de máximo esfuerzo y B^{QoS} entre los flujos sensibles al retardo, usando un algoritmo de tamaño de ráfaga.

39. El producto de programa de ordenador de ejemplo 38, en el que el medio legible por ordenador comprende adicionalmente código para causar que el al menos un ordenador:

10 calcule $x = W \max \{f_i(q_i(t), d_i(t), K_i(t))\}$: i es QoS),

calcule el primer mayor $y = K_i(t)U_i'((1-\tau\alpha_i)x_i(t) + \tau\alpha_i K_i(t)b_i)$

calcule un segundo mayor $z = K_i(t)U_i'((1-\tau\alpha_i)x_i(t) + \tau\alpha_i K_i(t)b_i)$;

implemente lo siguiente:

Si $y \leq x \leq z$ o $B^{max} - B^{min} < \delta$, donde δ es la tolerancia

15 Terminar

En caso contrario, si $x > y$

$B^{max} = B^{BE}$, y fijar $B^{BE} = (B^{max} + B^{min}) / 2$, $B^{QoS} = B - B^{BE}$

En caso contrario

$B^{min} = B^{BE}$, y fijar $B^{BE} = (B^{max} + B^{min}) / 2$, $B^{QoS} = B - B^{BE}$.

20 40. El producto de programa de ordenador de ejemplo 31, en el que el medio legible por ordenador comprende adicionalmente código para causar que el al menos un ordenador adapte la adjudicación de ancho de banda para al menos uno entre la primera parte del ancho de banda y la segunda parte del ancho de banda en una escala temporal lenta.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento (500, 600) que facilita la planificación de un flujo de máximo esfuerzo y un flujo con un requisito de retardo dentro de un entorno de comunicaciones inalámbricas, que comprende:
 - recibir (502, 602) al menos uno entre un flujo sensible al retardo con un requisito de retardo y un flujo de máximo esfuerzo;
 - 5 adjudicar (504, 604) una primera parte de ancho de banda al flujo sensible al retardo;
 - adjudicar una segunda parte de ancho de banda al flujo de máximo esfuerzo;
 - readjudicar (506, 606) la primera parte de ancho de banda a un nivel reducido de ancho de banda y la segunda parte de ancho de banda a un nivel aumentado de ancho de banda si se satisface el requisito de retardo;
 - 10 readjudicar (508, 608) la primera parte del ancho de banda a un nivel aumentado de ancho de banda y la segunda parte del ancho de banda a un nivel reducido de ancho de banda si no se satisface el requisito de retardo; y
 - mantener (510, 610) un nivel de ancho de banda para la primera parte del ancho de banda y la segunda parte del ancho de banda si el requisito de retardo es equivalente a la primera parte del ancho de banda.
- 15 2. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente recibir al menos un paquete de datos según la adjudicación de ancho de banda de la primera parte del ancho de banda y la segunda parte del ancho de banda.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente transmitir al menos un paquete de datos según la adjudicación del ancho de banda de la primera parte del ancho de banda y la segunda parte del ancho de banda.
- 20 4. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente ajustar la adjudicación del ancho de banda para cada paquete de datos.
5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el cual la readjudicación del ancho de banda para la primera parte del ancho de banda está servido por $Wf_i(q_i(t), d_i(t), K_i^1(t))$, donde $d_i(t)$ es un retardo de cabeza de línea para un flujo, $q_i(t)$ es un tamaño de memoria intermedia y $K_i^1(t)$ es una eficiencia espectral para un flujo i en un momento t .
- 25 6. El procedimiento de la reivindicación 5, en el cual la readjudicación del ancho de banda para la segunda parte del ancho de banda está servido por la utilidad marginal del flujo de máximo esfuerzo en lo que respecta a la magnitud del ancho de banda adjudicado con el mismo.
7. El procedimiento de la reivindicación 5, que comprende adicionalmente utilizar un algoritmo de búsqueda de bisección para resolver lo siguiente:

30 max.

$$\sum_{i=1}^n U_i((1 - \tau\alpha_i)x_i(t) + \tau\alpha_i K_i(t)b_i) - W \sum_{i=1}^n c_i g(q_i(t) - b_i K_i(t))$$

sujeto a

$$\sum_{i=1}^n b_i = B, \quad b_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, n$$

$$K_i(t)b_i \leq q_i(t), \quad i = 1, \dots, n$$

- 35 8. Un aparato (1000, 1100) de comunicaciones inalámbricas que permite la planificación de un flujo de máximo esfuerzo y un flujo con un requisito de retardo en una red de comunicación inalámbrica, que comprende:
 - un medio para recibir (1004, 1104) al menos uno entre un flujo sensible al retardo con un requisito de retardo y un flujo de máximo esfuerzo;

un medio para adjudicar (1006, 1106) una primera parte del ancho de banda al flujo sensible al retardo;

un medio para adjudicar una segunda parte del ancho de banda al flujo de máximo esfuerzo;

un medio para readjudicar (1008, 1108) la primera magnitud de ancho de banda a un nivel reducido del ancho de banda y la segunda parte de ancho de banda a un nivel aumentado, si se satisface el requisito de retardo;

5 un medio para readjudicar (1010, 1110) la primera magnitud de ancho de banda a un nivel aumentado del ancho de banda y la segunda porción de ancho de banda a un nivel reducido del ancho de banda si no se satisface el requisito de retardo; y

10 un medio para mantener (1012, 1112) un nivel de ancho de banda para la primera magnitud del ancho de banda y la segunda magnitud de ancho de banda, si el requisito de retardo es equivalente a la primera parte del ancho de banda.

9. El aparato de comunicaciones inalámbricas de la reivindicación 8, que comprende adicionalmente un medio para recibir al menos un paquete de datos según la adjudicación de ancho de banda de la primera parte del ancho de banda y la segunda parte del ancho de banda.

15 10. El aparato de comunicaciones inalámbricas de la reivindicación 8, que comprende adicionalmente un medio para transmitir al menos un paquete de datos según la adjudicación de ancho de banda de la primera parte del ancho de banda y la segunda parte del ancho de banda.

11. El aparato de comunicaciones inalámbricas de la reivindicación 8, que comprende adicionalmente un medio para ajustar la adjudicación del ancho de banda para cada paquete de datos.

20 12. El aparato de comunicaciones inalámbricas de la reivindicación 8, en el cual la readjudicación del ancho de banda para la primera parte del ancho de banda está servido por $Wf_i(q_i(t), d_i(t), K_i^l(t))$, donde $d_i(t)$ es un retardo de cabeza de línea para un flujo, $q_i(t)$ es un tamaño de memoria intermedia y $K_i^l(t)$ es una eficiencia espectral para un flujo i en un momento t .

25 13. El aparato de comunicaciones inalámbricas de la reivindicación 12, en el cual la readjudicación de ancho de banda para la segunda parte del ancho de banda está servido por la utilidad marginal del flujo de máximo esfuerzo en lo que respecta a la magnitud del ancho de banda adjudicado con el mismo.

14. El aparato de comunicaciones inalámbricas de la reivindicación 13, que comprende adicionalmente un medio para utilizar un algoritmo de búsqueda de bisección, a fin de resolver lo siguiente:

max.

$$\sum_{i=1}^n U_i((1 - \tau\alpha_i)x_i(t) + \tau\alpha_i K_i(t)b_i) - W \sum_{i=1}^n c_i g(q_i(t) - b_i K_i(t))$$

30 sujeto a

$$\sum_{i=1}^n b_i = B, \quad b_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, n$$

$$K_i(t)b_i \leq q_i(t), \quad i = 1, \dots, n$$

15. Un programa de ordenador para implementar un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.

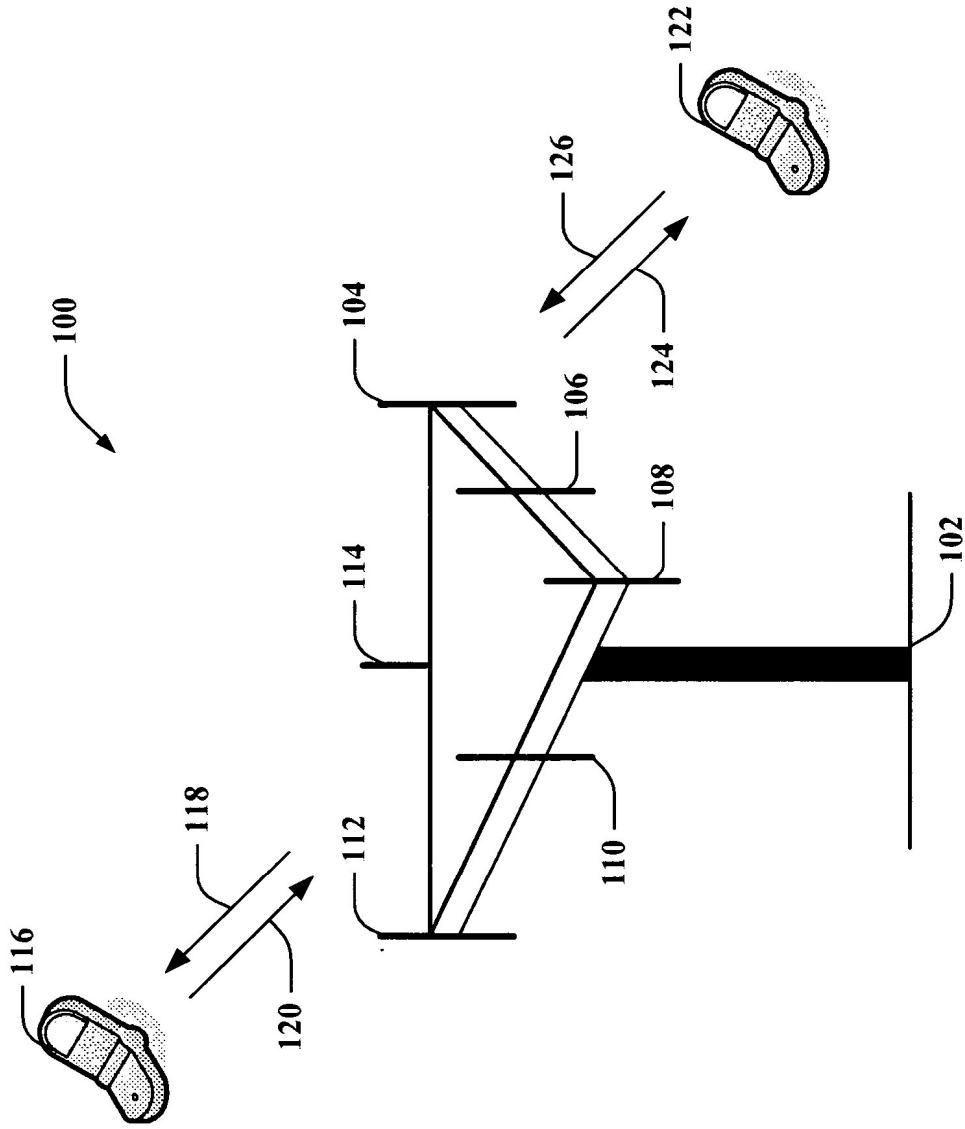


FIG. 1

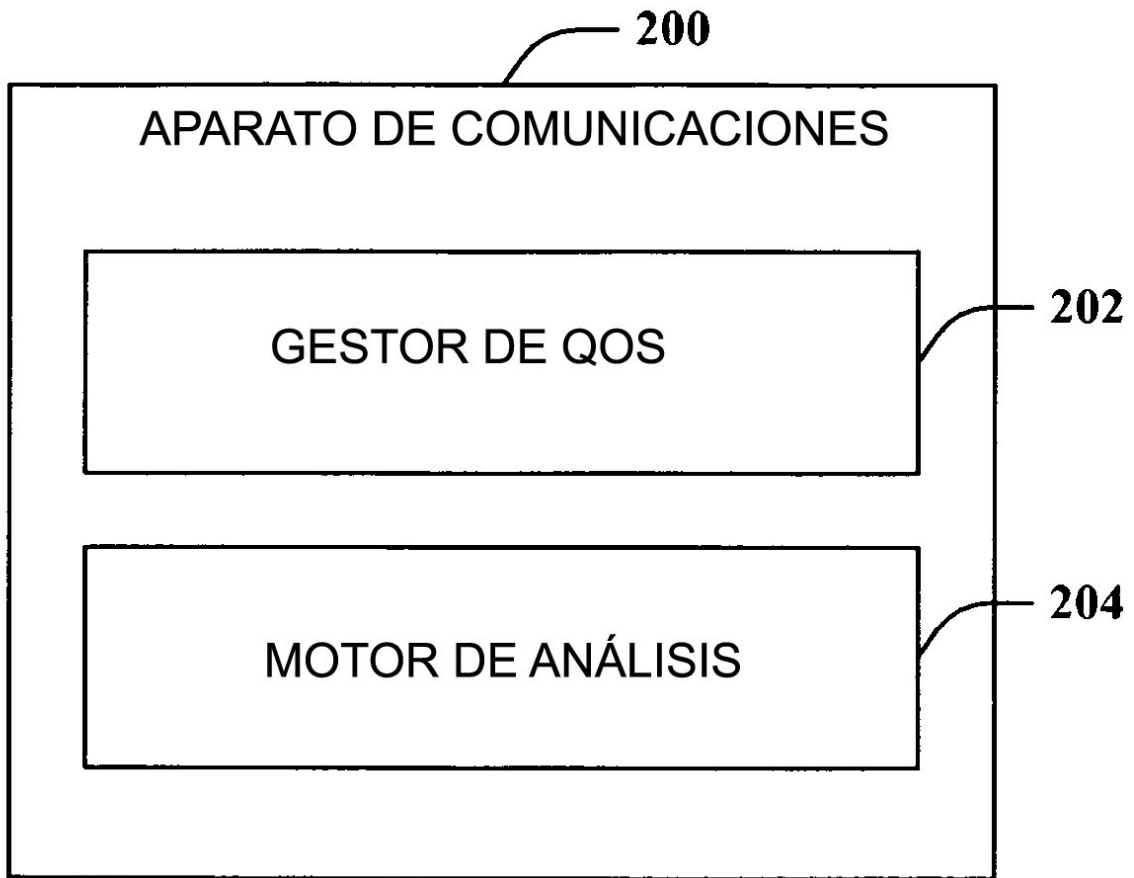


FIG. 2

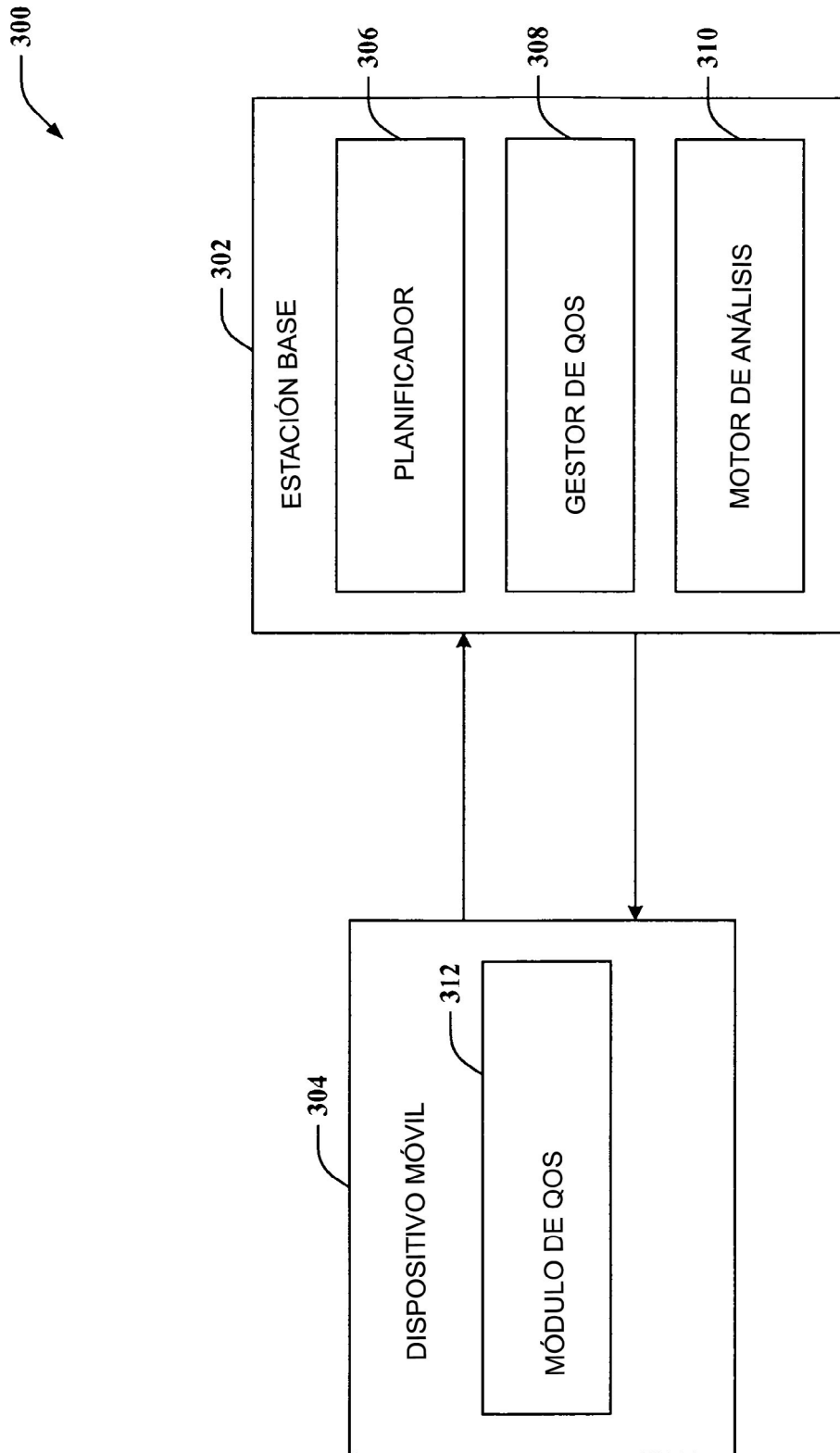
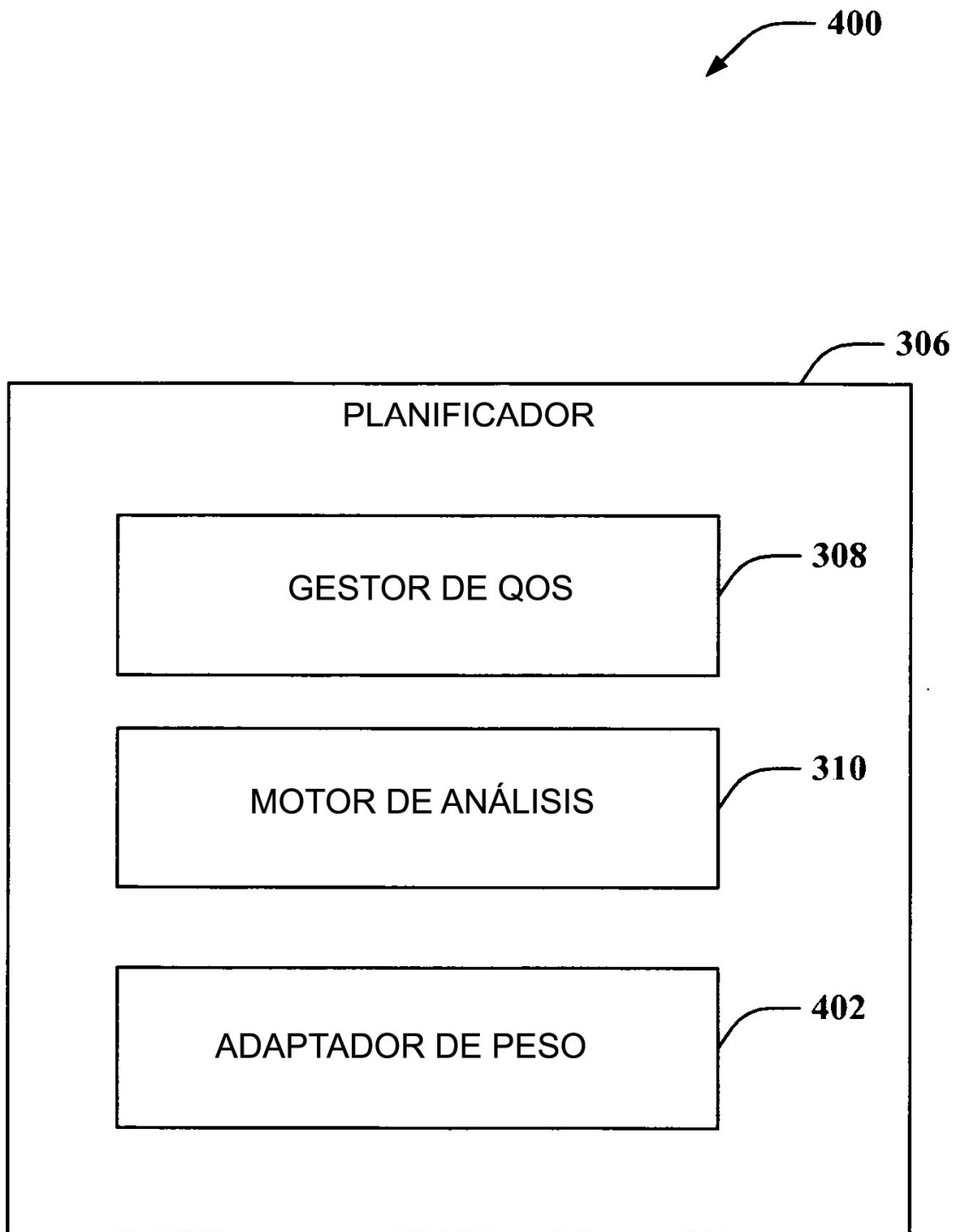


FIG. 3



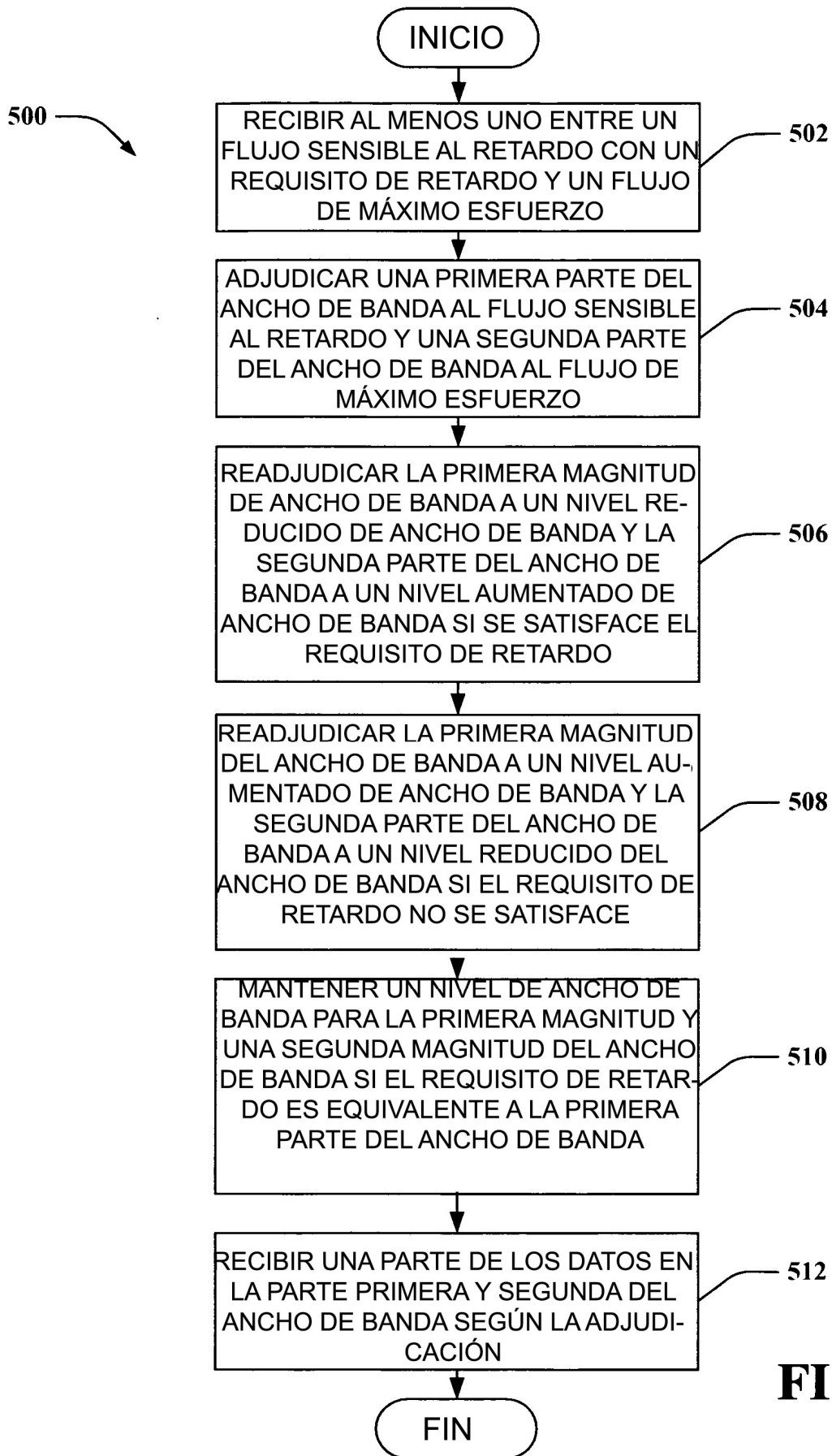


FIG. 5

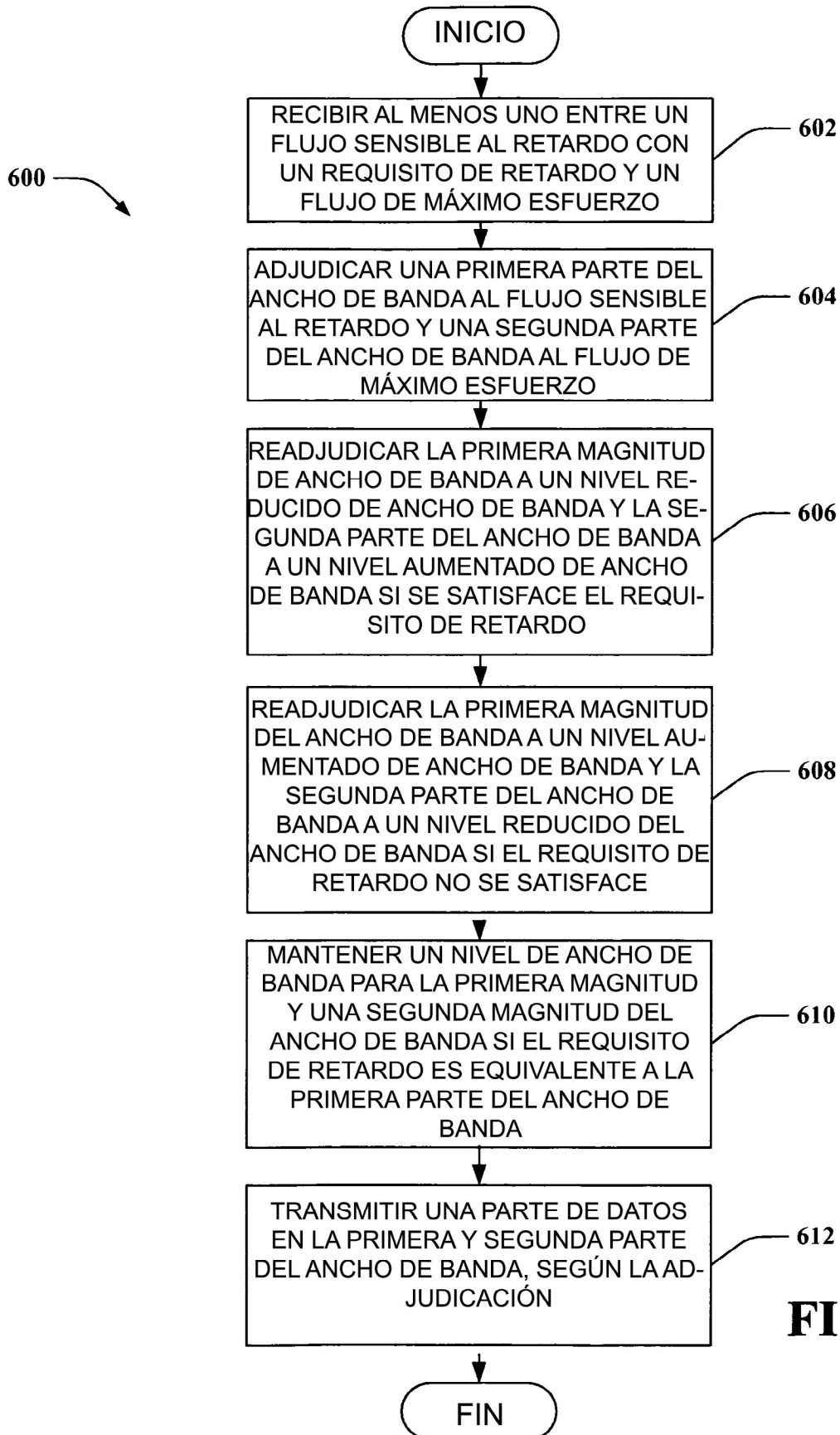


FIG. 6

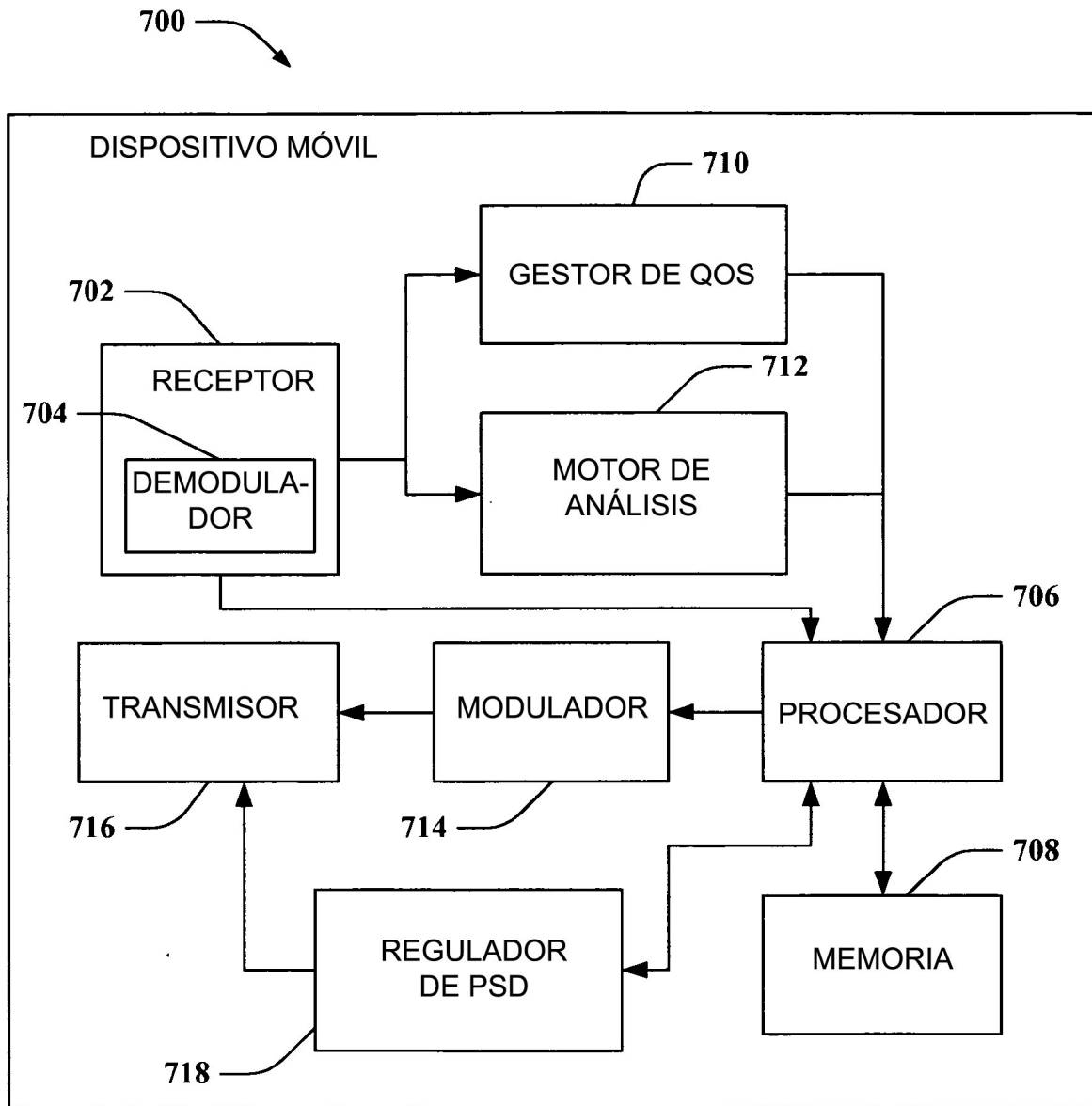


FIG. 7

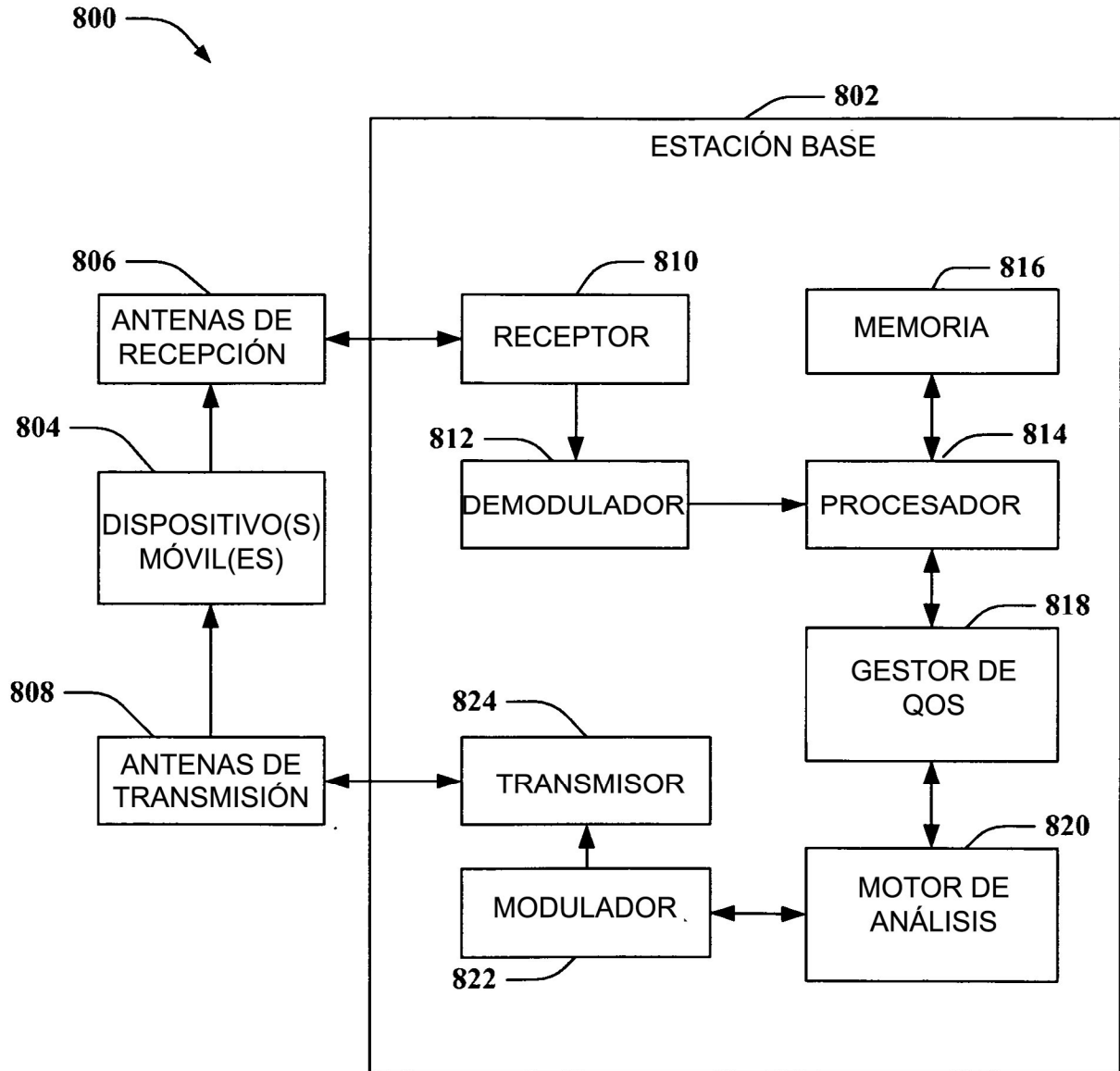


FIG. 8

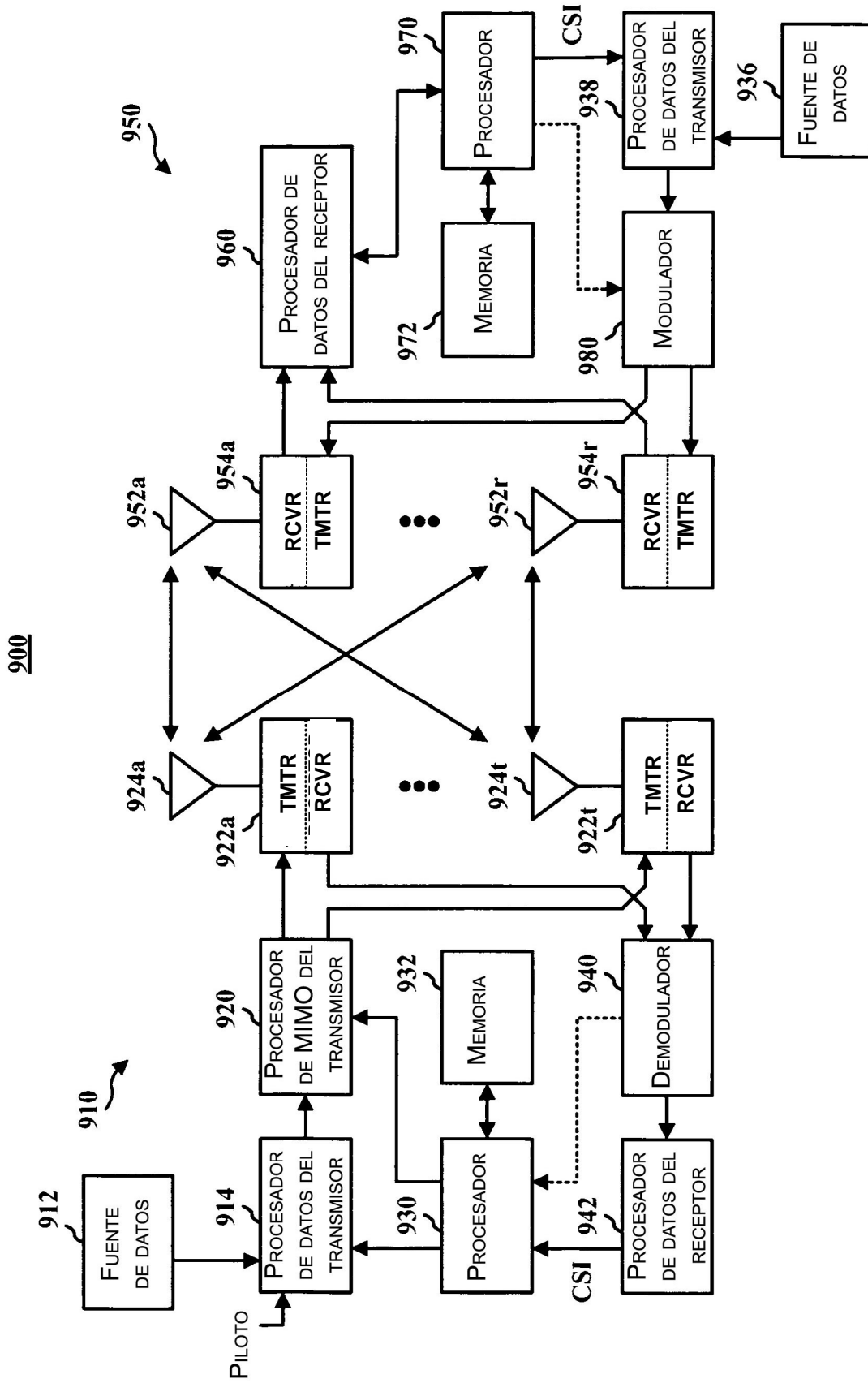


FIG. 9

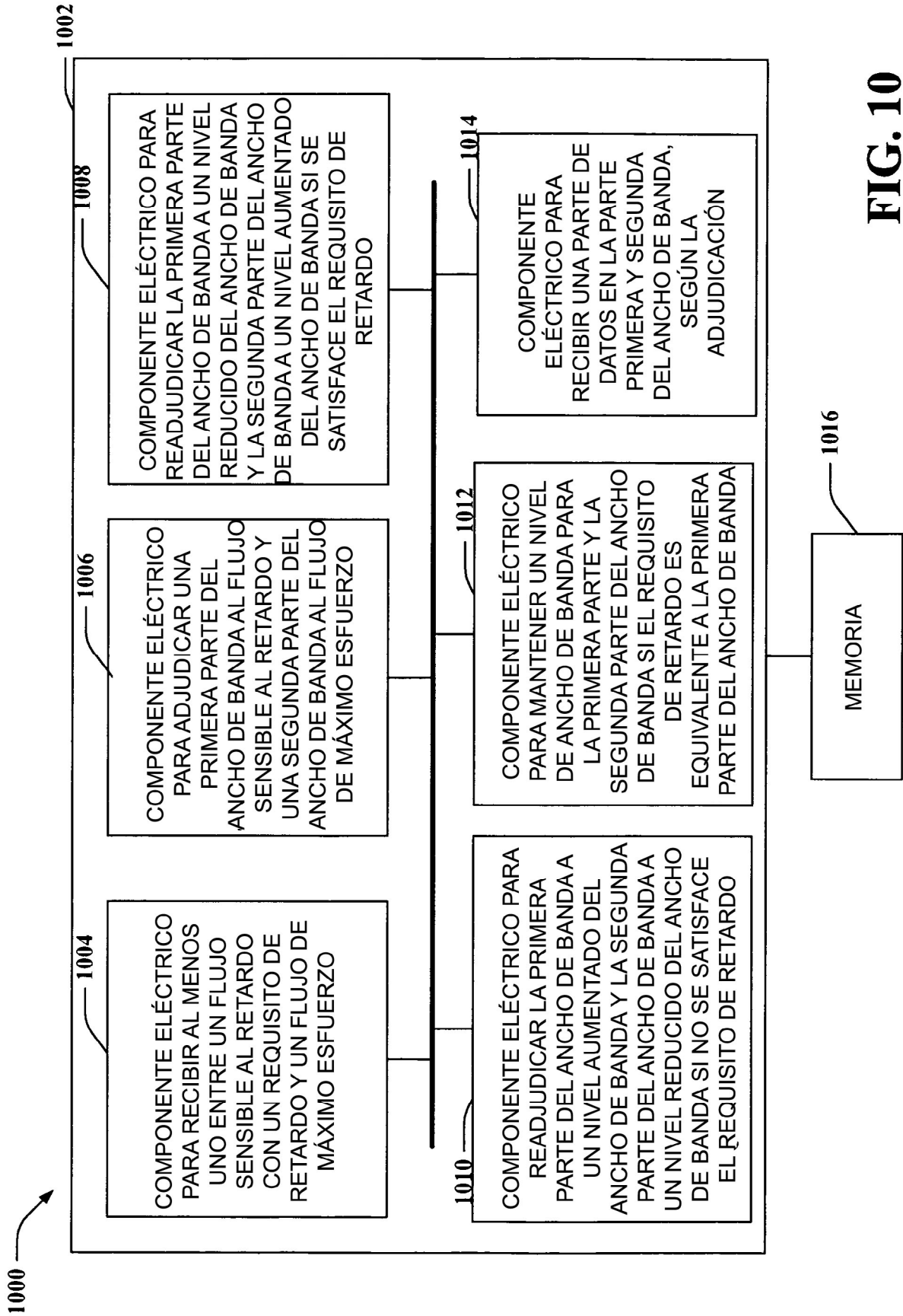


FIG. 10

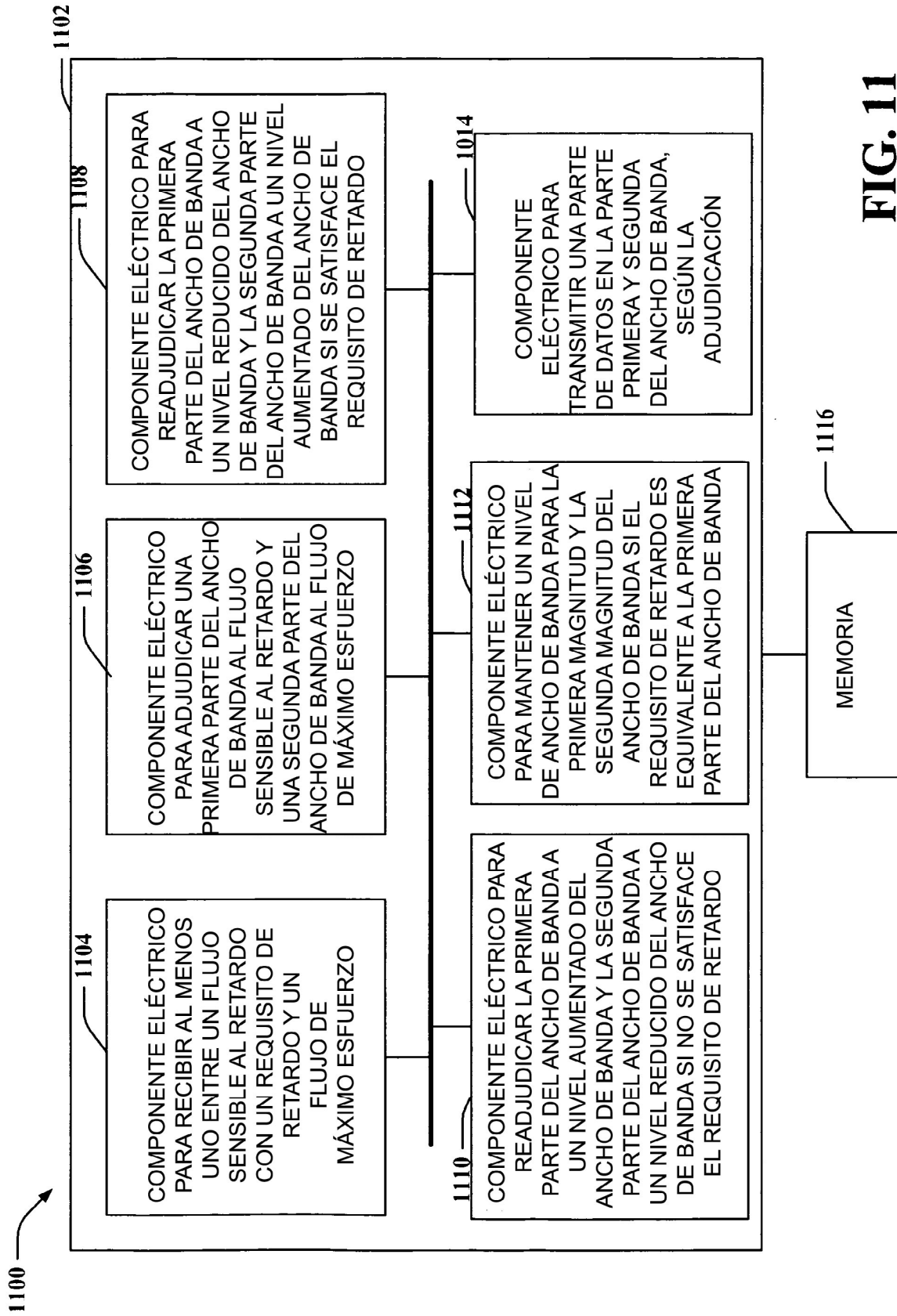


FIG. 11